

## IMRニュース No.12

著者	東北大学金属材料研究所
雑誌名	IMRニュース
巻	12
ページ	1-56
発行年	1992-02
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/41899">http://hdl.handle.net/10097/41899</a>

# IMR

# ニュース

## も く じ

付属新素材開発施設の現状 .....	増本 健.....	2
金研に客員研究員として滞在して .....	唯木 次男.....	4
逢瀬の楽しみ .....	前田 康二.....	5
MY FIRST STEP IN IMR AND SENDAI .....	Stanislaw Mrowec.....	7
<b>研究会報告</b>		
高温超伝導酸化物の電子状態と化学結合 .....	庄野 安彦.....	10
数値シミュレーションによる結晶育成装置の工学的解析 .....	岡野 泰則, 福田 承生.....	12
CVD法による酸化物高温超伝導膜の作製と特性 .....	平井 敏雄.....	14
材料科学とデータベース .....	川添 良幸.....	15
アトムプローブと分析電顕による材料の超微細領域分析 .....	櫻井 利夫.....	18
コンピューター・シミュレーション－マイクロクラスター .....		
.....近藤 保, 川添 良幸, 大野かおる.....		21
地球環境浄化用新材料 .....	橋本 功二.....	25
コンピューターシミュレーション－磁気及び光記録材料－ .....	川添 良幸.....	27
酸化物超伝導体の臨界電流と磁束ピンング .....	小林 典男.....	28
高圧力下での結晶成長研究の最近の進歩 .....	小松 啓.....	30
これからの半導体結晶欠陥の研究 .....	角野 浩二.....	31
人事異動 .....		32
最近発表された論文等リスト .....		33

# 付属新素材開発施設の現状

施設長 増 本 健

本施設は、昭和 62 年 5 月に研究所が全国共同利用機関として改組された際に、本所の共同研究を支援するために新設されました。初年度は助教授 1、助手 1 の定員と特別設備費（概算要求）による機器 4 点でスタートし、その後漸次整備が進められてきました。

この施設においては、主に所内研究や所外との共同研究によって生まれた新しい原理や技術を基に、有用な材料への展開に必要な基盤的研究を推進することを目的としており、物質合成部、材質制御部、性能評価・分析部、技術開発部の 4 部によって構成され、種々の最新の実験機器を設置する計画が立てられました。現在は、施設自体の建物が無いために、本所に隣接する旧理学部化学教室の建物の一部を借用し、また所内の一部を使用して機器の導入を計っていますが、まだ全計画の 4 分の 1 にも達していません。現有機器 29 点の内、特別設備費で購入した大型装置は 7 点のみで、残りの大部分は企業等からの寄付（17 点）によるものです。

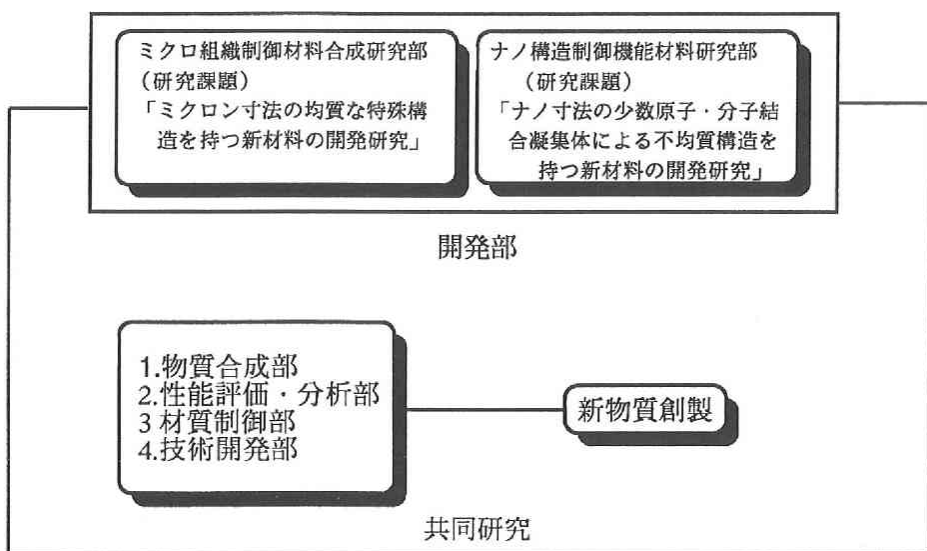
このような状況にありながら、本施設による共同研究を平成元年より開始し、年間およそ 50 件の研究を所内外の研究者と共に進めています。この 3 年間に共同研究によって得た成果は超強力アモルファス軽合金、高 J<sub>c</sub> 超伝導酸化物 CVD 膜、金属人工格子、光半導体単結晶、ナノ結晶高透磁率合金などの開発であり、着々と成果を挙げつつあります。

平成 3 年になって、本施設の整備が行われることになり、図に示すような 2 つの研究部が設けられました。これ迄の研究分野を「ミクロ組織制御材料合成研究部」とし、新たに「ナノ構造制御機能材料研究部」を新設することになり、教授 1、助教授 1、助手 1 の定員と客員教授 2（I 種、III 種）が配置されました。その結果、施設は施設長（兼任）、教授 1、助教授 2、助手 3（内 1 名配置換え）、技官 5（所内外向）、客員教授 2 により構成され、ミクロ材料研究部を浅見勝彦助教授が、ナノ材料研究部を仁科雄一郎教授（所内配置換え）が担当することになりました。仁科教授は平成 3 年度から開始された創成的基礎研究「ナノスケール構造制御機能材料の開発」の科学研究費によるプロジェクトリーダーであり、本施設を基盤として全国的共同研究を推進することになっており、本施設は共通基盤的研究センターとしての役割を果たすこととなります。

現状での施設はまだ半人前であり、今後は研究成果をもとに一層の充実と整備を計らねばなりません。幸にも、平成 4 年度より新研究棟が建設され、この中に 2500 m<sup>2</sup> の施設が設置されることになりましたが、これに伴ない施設の運営費、共同研究費等を認めてもらう努力をしたいと考えています。これらの整備が完了して初めて名実ともに我が国の COE としての役割を果たせることであろう。

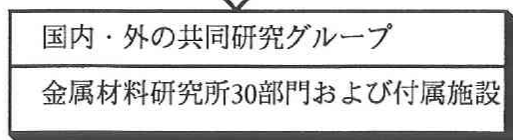
# 新素材開発施設の機構

研 究 部



マイクロ組織制御材料合成研究グループ			ナノ構造制御機能材料研究グループ		
精密凝固制御材料系グループ	傾斜機能材料系グループ	超構造機能材料系グループ	金属系機能材料グループ	電子機能材料グループ	セラミックスナノ構造材料グループ

共同研究





# 金研に客員研究員として滞在して

大阪大学産業科学研究所 唯 木 次 男

昨年の10月から半年間、客員研究員として金研に滞在する機会を得た。私は1966年から1年半程、大学院の学生として金研にお世話になった。そのため、その頃お見受けしたお顔には今でも見覚えがあり、通りすがりでもお見かけしたりすると、大変懐かしく感じる。当時の1号館と2号館は新研究棟にとって変わったものの、3号館はほとんど昔のままである。正門側廊下の磨き油の臭い、北側一階廊下の埃っぽい臭いは昔に戻った気分させる。伊勢屋横丁に面する電顕室も、中に置かれている装置は全く異ってはいても、以前と同じ場所にある。同僚とラジオを聞きながら電顕を使用中、たまたま廊下を通りかかられた小川先生に実験態度がなっていないと叱られたり、亡くなられた太田さんには操作手順が違うとすっ飛んで来られて注意されたりした思い出の場所でもある。

私が学生の時に在籍した、平賀研の前身、旧平林研の各部屋は装置の配置など大分変わってしまっているが、よくたおろした談話室は机、ソファ、黒板の配置に至るまで、以前と変わっていない。ここで、当時から続いている雑誌会に参加させて頂いた。夕方の5時頃から7時過ぎまでの開催時間も以前とほとんど同じである。変わってしまったことと言えば、金属についてのお話が余り聞けなくなったことであろうか。

確かに、金研のイメージは新研究棟を一例として、変わりつつある。その新棟には最新鋭の装置類が多数え付けられ、各部屋も広くてきれいだ。客員研究員に当てられた部屋に至っては、普段、薄汚れた狭い部屋に居なれた私には使用をためらうほどである。しかしながら、金研に来てみて感じることは、新研究棟が立派なことだけではない；一研究室としては言うにおよばず、一研究所

としても、そう簡単には購入できそうにない大型装置がどんどん入っているということである。私の主な関心事である電子顕微鏡関係に限ってみても、JEM-4000EX および JEM-200CX 高分解能電顕ならびに JEM-2000FX 分析電顕に加えて、世界最高の分解能をめざす電顕 SHVEM(金研所属ではないにせよ) がすでに購入され、その上、最新鋭の分析電顕が2台も今据え付け段階にあると聞く。何億円単位の高級装置がはた目にはいとも簡単に入ってくるように見える。

ところで、たとえ購入時に世界最高水準の性能を有する高級装置でも、10年もよってたかつて酷使すれば、ガタがくるのは必定である。その段になって更新しようにも、一研究室、あるいは、一研究所では予算の面で更新困難という問題が早晚必ずやって来る。これは金に困らない大企業の研究所ならいざ知らず、経済大国なのに何故か貧乏な国立大学には共通の深刻な問題であるはずである。にもかかわらず、金研にはかくも次々と新しい装置が入ってくる。それが出来る金研の活力に感心する。

私が行っている形状記憶合金の微細構造の解析に関連して、これまで上記の高分解能電顕を使わせて頂いたことがある。この度の滞在期間にも、極低温 X 線回折実験をして頂いたり、また、一方で NMR を測定して頂いたりしている。残された滞在期間に、さらに、共同研究について検討したい。ともかくも、様々な最新装置に恵まれた金研での滞在は、私にとって、いろいろな研究について思案する大変良い機会であった。

この有意義な機会を与えて下さった平賀先生に心から感謝致します。また、労を厭わず長時間の実験をして下さった梶谷先生はじめ、種々ご討論頂いたり、お世話になりました平賀研のスタッフ

の皆様にお礼申し上げます。さらに、末筆で失礼ながら、たびたびNMR実験や討論をして頂いて

おります篠原先生にこの場をお借りして厚くお礼申し上げます。

## 逢瀬の楽しみ

東京大学工学部 前 田 康 二

現在、桜井研究室でSiのなかの転位をSTMで観察するというので、お世話になっております。IMRニュースに何か書くようにとの仰せですので、思いつくまま記させていただきます。金研での先週1週間の疲れから…とは思いますが、風邪で熱にうかされつつ書くとりとめもない駄文御容赦ください。

今学期から教養過程の2年生に対する授業を始め、毎週1回本郷と駒場を往復しています。ところが、都内とはいえ片道1時間、往復では東京から仙台、いや金研まで行ける時間を要しているのです。これにはいささかうんざりしているのですが、別の見方をすれば金研が如何に近いかということでもあるわけでして、最近では新幹線であろうとするずべを知ってから、駒場より金研に行くほうが意味では体力的に楽と言ってもいいくらいです。やはり東海村の原研にも実験をしに年に何回か行くのですが、これは車、それも自分で運転して常磐道を即免停のスピードで飛ばしてそれでも2時間以上かかります。これなどに比べれば仙台は屁（いや極楽）みたいなものです。

それにしても私が学生のころと比べると隔世の感深く、仙台といえばみちのく＝道の奥、到底貧乏学生のめったに行けるところではなかったのです。この仙台に度々お邪魔することになったのは2年程前からで、勿論桜井研で現在進めている実験を行うためです。この実験は数年前当時物性研にいらっしゃった桜井先生のグループでSTMの建設を始めたころ、こんなことが出来ないものかと思って私が話を持ち込んだもので、大変興味を持って頂いて、それではやってみましょうとい

うことで、必要部品の製作やらそれを取りつける新しい2号機（金研の現システムのひな形）の完成を心待ちにしていました。が、ご存じのように（私には寝耳に水だったのですが）突然肝心の装置とともに仙台に移られてしまって、一時は茫然自失、計画を断念しようかとも思いました。ところが大変幸いなことにすぐに桜井先生の御厚意と、橋詰さんの御協力で仙台で仕事を続行することができることとなりました。実際に通ってみると上に述べたように当初想像したのとは違い、仙台は天国です。これが他であつたらどうなつたかと思うと、大変ラッキーであつたというべきでしょう。さらに有り難いことに、今年度後期は客員という身に余る待遇を与えて頂き、これまで旅費節約のために素泊まり500円なにがしかで泊まれる本多記念会館（米ヶ袋）を利用しなくてもすむようになりました。（でもこの前の11月はどうしても宿が見つからずやはりここに御厄介になりました。ここは私にはなんともいえない郷愁を感じさせるものがあり、門限と金研から若干の距離があることを別にすれば、管理人の方は大変親切ですし、私のとっておきの宿です）。

さて私が今何をしているかを言わなければなりません。私はもともと格子欠陥が専門で、金研ですと（というより国内では）角野先生のグループと共通した研究内容がいくつもあります。違いは小生の浅学と予算獲得能力なさゆえの装置貧乏で、何をやるにも独力では如何ともしがたく、それで各地を飛び回っている次第です。現在桜井研で試みているのは、半導体結晶のなかにある転位をSTMで直接観察するという仕事です。半導体

のなかの結晶欠陥は特有の電子準位をバンドギャップ中に作っていて電氣的に活性であることが多く、転位もその例外でないとい一般に信じられています。なぜここで下線つきかといいますと、そう考えると色々な実験事実が説明できるからで、直接これを証明する決定的証拠があるわけではないからです。御存知のように、STMは結晶表面と鋭い探針間を流れるトンネル電流を使って、条件を整えれば原子レベルで非常に局所的な電子状態を顕微鏡的に調べることができる点で、従来の各種顕微鏡に無い非常にユニークな利点を持っています。従って、STMを使えば転位に対応した特異な電子状態を原子レベルで直接検出し確かめることができるのではないかというのがアイデアの始まりだったわけです。

しかし、言うは易く行うは難しは世の常です。転位は塑性変形を行えば平均密度にして  $10^8 \text{ cm}^{-2}$  位入れることはそれほど難しいことはありません。この量は  $1 \text{ cm}^3$  の立方体中にある転位線をそのまま引き伸ばせば、東京と鹿児島くらいの距離になるくらいですから、大層沢山あるようにも思えますが、結晶面に顔を出した転位の平均間隔が  $1 \mu$  ですから、もし転位の太さを原子サイズ(こう考える根拠は話すと長くなるので省略します)としますと、 $1 \text{ ha}$  (ちなみに東京ドームのグラウンド面積が  $1.3 \text{ ha}$ ) のなかで、直径  $2 \text{ cm}$  の  $1 \text{ 円玉}$  を  $1$  個探さなければならぬのに等しい状況になります。原子像を観察するときのSTMの視野はそれほど広いものではありませんから、どこにあるか分からない白球が観客席から覗いた双眼鏡の視野の中にはいる確率よりも更に低いといわねばなりません。そのうえ結晶中に転位が入っていると、超高真空中で試料を劈開して清浄表面を得ようとしても、大きな内部応力のせいかSTM観察に望ましい原子オーダーでフラットな面がなかなか出ないという、これまた困った問題があります。これに加えて東京からそうそう頻繁に来て実験できるわけではないため、回数で上記因子に由来する成功確率の低さを補おうにも限度があります。

こういうことを言い訳のように言って来ましたが、それでもこれまで  $2.5$  (?) 回だけ (も) 転位にめぐり逢うことができました。最初の1年は試

料の劈開方法の模索に費やしたことを考慮すると、年1回しか逢えない牽牛・織り姫の逢瀬と比較しても、これは相当な成功率といってよいと思います。その原因はひとえに使わせて頂いている装置の性能にあります。きちんとした試料を持ち込み、かつ打者(実験者)に問題がなければ、 $100\%$  近い打率で原子像が見えるというレベルにあるSTM装置というのは、世界にも数多くありません。(無いのかもしれませんが)。優れた装置設計と、装置の入念な保守管理、そして今回の経験を通じてもっとも肝要であると痛感した走査探針のコンディショニングに対する、鋭い芸術的(と言ったら多分怒られるでしょう)科学的センス、これらすべてがそろっているからこそ成功するチャンスが保証されているわけで、この実験を続けさせて頂くには金研をおいて他にないと思っています。

それにしても、実験のたびに橋詰助教授には朝早くから夜遅くまで何から何までお世話頂き、お礼の言葉もありません。特に橋詰さんの奥様には、休日までもご主人に研究所まで来て頂いたりしたこともあり、本文を借りて平身低頭お詫びしなければなりません。セブンイレブン方式(7am-11pm)には私のような老体はもはやついていけません、それでも御指導よろしきを得て、当初三振また三振のほぼ見放されかけた凡打者が、ようやく昨今では打率まあ甘く見て  $30\%$  くらいまできたのは桜井先生、橋詰さんはじめ研究室の皆様のおかげです。そのおかげでというべきでしょうか、金研に来て朝から晩まで実験に忙殺され、色々ご挨拶やらお話しをしたい諸先生方ともほとんどお会いできないが、道でお会いしても早々に研究室に戻らなければならないのは、大変失礼かつ残念に思っております。また事務の方々にも面倒な手続きなどいつもお願いしたままで、本当に有難うございます。

最後ですが、ひとつだけ。金研は近いと申しましたが、桜井研はまるで外国です。日本語を話す機会が乏しいため、つい寡黙となりがちですが、毎月海外留学をしているようなもので、私にも良い刺激になります。特に若い人が留学先として、知名度が高く、世界的な仕事ができ、ほどよい規模のハイセンスな都会で、安全な土地、文化の香

り高い緑豊かな歴史の町、中心街から至近距離にある立地条件、いざとなればマクドナルドだけでなく、和食、中華、イタリア、フランス料理、食べるものなら、何でもあって、ちょっと行くと温

泉あり、スキーができる、これだけの条件をいうのなら早起きが苦になりさえしなければ、金研に行きなさいと勧めることにしています。他にセールスポイントはないでしょうか。

## MY FIRST STEP IN IMR AND SENDAI

Institute of Materials Science of the Academy of  
Mining and Metallurgy, Krakow, Poland

Stanislaw Mrowec

Working since more than 30 years in solid state chemistry and corrosion science I got many opportunities to meet Professor Koji Hashimoto at Conferences and Congresses devoted to this area of research. Although my scientific activity is mainly focused on high temperature heterogeneous reactions and related phenomena (high temperature corrosion) I was continuously interested in Professor Hashimoto's research activity, as he is recognized in the international scientific community as a prime authority not only in electrochemical corrosion but also in corrosion science and surface chemistry, in general. In particular, magnetron sputtering method, developed in this laboratory, opened a new era in obtaining amorphous alloys consisting of low boiling point elements and high melting point elements which cannot be prepared by conventional casting. Although this method has been developed recently, it has already been shown that these new materials possess many interesting properties from both scientific and technological points of view. In particular, many of these novel materials have been proved to be much more resistant to various aggressive media than conventional corrosion resistant alloys and stainless steels. Also, current results clearly indicate that such materials offer new pos-

sibilities in heterogeneous catalysis, in particular for purification of the earth atmosphere without using a large amount of energy. The fact that amorphous alloys form a single-phase solid solution, supersaturated with various elements, provides almost infinite potential in developing new materials having unknown useful characteristics.

Reading Professor Hashimoto's papers and discussing with him numerous problems of common interest I arrived at the conclusion that it would be useful to study these materials at elevated temperatures in various aggressive gaseous environments. In modern technology metallic materials are, namely, exposed at high temperatures to more and more aggressive multicomponent atmospheres containing as a rule some amounts of sulphur. Under these conditions all conventional high temperature alloys, including cobalt- and nickel-base superalloys, undergo very rapid, often catastrophic degradation. Considering this problem we both agreed that among unknown characteristics of amorphous alloys there could be the possibility to find some materials resistant not only to oxygen, but also to sulphur attack at elevated temperatures. In addition, my experience in high temperature heterogeneous reactions, as well as in defect chemistry and diffu-

sion in solids could be helpful in studying the catalytic properties of amorphous alloys. The result of this consideration was the invitation to spend seven months in the Institute for Materials Research, Tohoku University in Sendai.

Throughout my scientific career in materials science I have been very impressed by the world-renowned reputation of Tohoku University in general, and of the Institute for Materials Research, in particular. So, when Professor Hashimoto invited me to be a visiting professor in this Institute I accepted this invitation with great pleasure. My wife was also very happy having got an unexpected possibility to spend several months in Japan.

Just at the very beginning of our stay here, we have been invited by Professor Hashimoto to take part in the banquet, given in beautiful mountain area, to end with the Workshop on Materials for Purification of the Atmosphere. This was the magnificent experience for us, as it was a classical Japanese meeting, in kimonos and with typical Japanese food, preceded by terribly hot-spring bath! At the same time I have got the opportunity to make acquaintance of all leading Japanese scientists in corrosion science. Few days later, after formal introduction at the faculty staff meeting, I was able together with my wife to meet all the staff members and students of Professor Hashimoto's Laboratory at the year-end party, held again in splendid classical Japanese hotel situated in hot-spring area. Finally, on kind invitation of the President of Tohoku University to annual presidential party honoring visiting professors, lecturers and scholars, we both got the opportunity to meet interesting people from many countries, including our country. We were deeply impressed by the number of countries represented on this party. Actually, there were people from virtually all over the world.

This was the best proof of the world-renowned reputation of Tohoku University.

Summing up first impressions after having spent several weeks in Sendai I must state that my wife and I are very fond of everything around us, and in particular of known and even unknown people. Everybody is always very kind and friendly, trying to help us in overcoming various difficulties arising from language barrier and still insufficient knowledge of everyday life in this beautiful country. We are then very optimistic and look forward with pleasure for further stay here, which is becoming already a magnificent adventure for both of us.

As far as my scientific activity in IMR is concerned I must say that it starts to develop very nicely. After detailed discussion with Professor Hashimoto we decided to begin our cooperative research programme with preparing amorphous aluminum-molybdenum alloys, containing about 40%Mo, sputtered in the form of thin (6 microns) layer on three different substrates: pure aluminum, pure molybdenum and stainless steel. At elevated temperatures, namely, the composition of coating may gradually change as a function of exposure time due to the diffusional interaction with the substrate, and this could be reflected in the reaction behaviour. Thus, in studying the kinetics and mechanism of high temperature corrosion of a given coating material it is necessary to determine the possible influence of underlying alloy components on the corrosion behaviour of the coating. The reference state in these investigations will constitute Al-Mo alloys sputtered on pure aluminum and pure molybdenum.

One part of all these specimens has already been sent to my Laboratory in Poland for sulphidation and oxidation kinetic studies. Afterwards these samples will be sent back to us for detailed XPS and X-ray examination of corro-



sion products, necessary for elucidation of the reaction mechanism. At the same time we started parallel sulphidation experiments in the apparatus, constructed by Dr. Habazaki, in order to possess current information on the sulphidation behaviour of our materials. Preliminary results obtained at 500°C clearly indicate that our amorphous Al-Mo alloys are highly resistant to sulphide corrosion, and under these conditions no influence of the substrate composition on the sulphidation rate could be observed. Thus, the starting point of outlined research programme seems to be very optimistic, but it is far too early for any conclusions to be formulated. I am convinced,

however, that before the end of my stay in this Institute the experimental basis will be large enough for description of the corrosion mechanism of the discussed type of amorphous alloys in sulphidizing-oxidizing environments and for formulation reasonable conclusion concerning their possible application as coating materials at elevated temperatures.

Visiting professor of Laboratory for Surface Materials Chemistry, Institute for Materials Research, Tohoku University.

Head of Institute of Materials Science of the Academy of Mining and Metallurgy, Krakow, Poland



With laboratory members and other guests at *Bonenkai* in Sakunami

# 高温超伝導酸化物の電子状態と化学結合

東北大金研 庄 野 安 彦

## 1. はじめに

このワークショップは、高温超伝導酸化物の研究において、物質自体に関心をもつ研究者のための小規模討論の場として企画された。様々な構造と組成をもった高温超伝導酸化物が発見されているが、より高い $T_c$ をもった新しい物質の探索、高温超伝導発現機構の解明、酸化物超伝導の実用化など、どれ一つをとってみても物質自体に対する理解を深める必要があると思われる。

今回は、合成、構造解析、組成分析などの固体化学的研究により得られる化学結合に関する知識と、光をプローブとした分光学的研究による電子構造の情報の両面を総合し、物理と化学の谷間を埋める学際的討議を目標とした。特に若手の研究者に講演をお願いして、活発な討論を通じて新たな共同研究の芽が育つことも期待した。

## 2. ワークショップ報告

本ワークショップは、本所講堂において1991年6月6日、7日の両日にわたって行なわれた。参加者は仙台以外の大学、国立研から12名、学内10名、所内26名、企業の研究所から5名の計53名であった。プログラムは下記の通りである。

6月6日(木)

13:00—15:25(座長 深瀬哲郎)

はじめに(5) 世話人 庄野安彦

・Bi系超伝導体の還元処理と超伝導特性(30)

山形大工 神戸士郎

・Bi系銅酸化物超伝導体の変調構造(30)

東北大金研 小野塚喬

・Tl層構造銅酸化物のストイキオメトリー

と超伝導特性(20) 東北大金研 中島 理

・ $Tl_2Ba_2CuO_{6+\delta}$ ,  $TlSr_2CaCu_2O_{7-\delta}$  におけるキャリア過剰領域での振舞い(30)

NEC 基礎研 島川祐一

・Tl系銅酸化物の電荷移動と超伝導(30)

名大工 太田幸則

15:45—18:00(座長 菊地昌枝)

・多重蛍石ブロック $(MO_2)_n$ を含む層状銅酸化物(30)

松下電器中研 和田隆博

・微量試料を使用する高温超伝導体の価数分析(15)

東理大理工 渡辺邦洋

・高温超伝導酸化物の酸素ストイキオメトリー — 超伝導酸化物における酸素の問題 — (30)

東理大理工 井手本康

・ $(Y,La,Ba)_3Cu_3O_y$  擬3元系の構造および超伝導 — 焼成時酸素数からの考察 — (30)

東北大金研 常盤文子

・高圧・高酸素圧下で生成する銅酸化物相と物性(30)

京大化研 高橋幹夫, 広井善二, 三重大工 武田保雄

6月7日(金)

9:30—12:30(座長 梶谷 剛)

・非銅系酸化物の合成と物性(30)

東大工 前田京剛

・Nb系酸化物超伝導体の結晶構造(15)

東大物性研 澤 博

・高圧あるいは低温における超伝導体の構造変化(30)

無機材研 泉富士夫

・ラマン散乱から見た超伝導体相における局所変形 — パイポーラロン超伝導の可能性(30)

阪大理 水貝俊治

・電子状態のCu-O ネットワークおよびボンド長依存性(60) 東大理 十倉好紀

13:30-16:00(座長 黒田規敬)

・Nd<sub>2-x</sub>Ce<sub>x</sub>CuO<sub>4</sub> のXPS, UPS による研究(20) 静大電子研 福田安生

・Nd 系酸化物超伝導体の電子状態と酸素欠陥(20) 電総研 大柳宏之

・Pb 系酸化物超伝導体のEXAFS, XANES(15) 電総研 山口博隆

・Ba<sub>1-x</sub>K<sub>x</sub>BiO<sub>3-δ</sub>, BaPb<sub>x</sub>Bi<sub>1-x</sub>O<sub>3-δ</sub> の光電子分光(20) NKK 鉄鋼研 名越正泰

・角度分解光電子分光と軟X線吸収分光から見た高温超伝導酸化物の電子構造(40)

東北大理 高橋 隆

・高温超伝導酸化物の電子状態(30)

東北大金研 松本秀樹

おわりに(5)

東北大金研 立木 昌

### 3. 成果

Bi 系, Tl 系などの層状構造銅酸化物ではT<sub>c</sub>を決める要因であるキャリアの起源を明らかにする努力が続けられている。Bi 系ではBi<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ブロック層内の過剰酸素の存在が変調構造の原因でもあり, 又CuO<sub>2</sub> 伝導面へホールを供給していると考えられている。Sr の希土置換固溶体の変調周期を, 広い領域の高分解能電顕観察により解析した結果は, incommensurate 変調周期の組成変化が, 2 種の異なった周期の commensurate 変調の重ね合わせで説明されることを示し, 酸素量分析の結果とも良く対応する(小野塚)。又Bi 系では還元処理によりT<sub>c</sub>が顕著に上昇することが知られており, Bi およびCu の価数を分離して分析することが試みられている(神戸, 渡辺, 井手本)。しかし分析結果はバンド計算や超伝導特性と必ずしも調和せず, 分析過程そのものを再検討する必要があるかとの指摘があった。

Tl 系では, 1 層構造の単相試料を作成し, 金属組成および酸素数の分析を行なった結果, 金属組成は化学量論比に近く, Tl は3価と考えられること, TlO 層から30%程度の酸素欠損が生じ, 電子線回折で超格子として観測されることを示した

(中島)。Tl<sub>2</sub>層構造では, ホールキャリアの原因として, Tl<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 層内の過剰酸素による説と, Tl-Cu 間の電荷移動による説とがあり, 決着をみていない。Tl<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 相の構造や輸送特性のドーピングによる変化はキャリア過剰の金属領域まで連続的であり, 高温超伝導を通常金属の枠組で論じる試みがなされた(島川)。

高温超伝導酸化物の構造を制御した合成法の開発は, 新物質探索のために重要である。(Y, La, Ba)<sub>3</sub>Cu<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 擬3元系において, 生成相の構造およびT<sub>c</sub>を決定する因子として, 焼成時の酸素数が重要なことが指摘された(常盤)。従って, 温度および雰囲気を制御して合成を行うことが必要となる。又, 高圧あるいは高酸素圧を利用した合成法により(Ca, Sr)CuO<sub>2</sub> を母体構造とする無限CuO<sub>2</sub> 層化合物で超伝導が現れるという興味ある報告があったが, 単相の分離・同定はあと一歩のようである(高野たち)。この他ペロプスカイトに替ってフルオライトブロックを積層させることにより多彩な層状構造酸化物が合成されることが示された(和田)。非銅系酸化物超伝導体の探索としては, CaTa<sub>2</sub>O<sub>6</sub> 型構造の(Sr, Ln)Nb<sub>2</sub>O<sub>6</sub> (澤), Li(V, Ti)<sub>2</sub>O<sub>4</sub> スピネル(前田)などの合成が試みられている。

XANES あるいはXPS を用いて局所的電子状態に関する情報を得ることは, 高温超伝導酸化物の電子構造を理解する上で重要である。まず電子キャリア超伝導体であるNd 系については, XPS によるフェルミ吸収端が観測されたほか, Cu<sup>+</sup> が3d<sup>10</sup> の電子状態にある一方, Ce は4価であることが確認された(福田)。XANES による詳細な研究からは, 還元による酸素濃度変化は極めて小さく, 吸収スペクトルやホール係数の変化を説明するためには欠損型(n)の他に過剰型(p)の酸素欠陥を考慮する必要があることが指摘された(大柳)。Pb 系層状構造では, 酸素欠損相でブロック層のCu<sup>+</sup> が確認され, 伝導面のホールキャリアと共存することが示された。Pb の原子価は酸素欠損相では2価, 酸素過剰相では4価になっていることも明らかになった(山口)。非銅系のBKBOでもXPSによりフェルミ吸収端が観測された他, コアレベルの低エネルギー側へ



のシフトが報告された(名越)。

本ワークショップのハイライトは十倉による1時間の講義であった。銅酸化物高温超伝導の $T_c$ を支配している因子として、 $\text{Cu-O}$ 面のキャリア濃度、およびバンド/バレンスサムやマードルンクエネルギーに代表される構造のパラメーターが重要なことが指摘された。又CTギャップの $\text{Cu-O}$ 結合距離依存性を論じて、 $\text{CuO}_2$ 面のCT励起とその異常性が明らかにされた。 $\text{Cu-O}$ 結合距離の増大と共にd-p混成(共有結合性)はむしろ増大するが、CTギャップおよび格子振動数は著しく減少する。又スピン交換エネルギーはあまり変化しないなどの特徴的变化を示す。これらの関係を明らかにする上で $T_c$ の圧力効果が重要であるが、 $\text{Cu-O}$ 面の固有な変化と電荷分布の変化とを分離する上で、単一 $\text{CuO}_2$ 面物質での実験が望ましい。

圧力効果ではこの他にもTl系2201相の $T_c$ の負の圧力依存性が電荷移動による可能性のあることが論じられた(太田)。この物質は圧縮率が異常に大きいことが報告されており興味深い(泉)。

銅酸化物超伝導体の電子状態について、光電子分光および軟X線吸収分光による実験(高橋)と $\text{CuO}_2$ 面でのp-d模型による計算(松本)の結果が紹介された。Bi系ではフェルミ準位を切るバンドの数は2本であり、 $\Gamma$ 点を中心とした円柱状

のフェルミ面を形成するが、ホールドーピングにより新しい電子状態(mid-gap states)が生成することが実験から明らかにされたが、これと対応する形で絶縁体ギャップ中に新たな電子状態が生成する理論計算の結果が示された。これらの結果は、 $\text{Cu-O}$ 上の電子混成が大きく、絶縁体から金属に移行する中間で共有結合が重要なことを示唆している。

この他LSCOでは中心対称がありながら赤外活性モードでラマン散乱が観測される事実が指摘され、バイポーラロンのような局所的構造変形が超伝導と関連する可能性が論じられた(水貝)。

#### 4. まとめ

本ワークショップでは、専門の異なる研究者の間で活発な質疑応答が交され、良くかみ合った議論が展開した。全体を通じて感じたことは、電子構造の面でも、化学結合の観点からも、銅酸化物高温超伝導体の理解が格段に深まっていることであった。発見から僅か5年の時点でこれだけの進歩が見られたのは、物理、化学、材料など様々な角度から集中的な研究が行われたためと思われる。今後さらに歩を進めて、高温超伝導機構の解明や実用材料化の実現のために、このような基礎研究が役立つことを期待したい。

## 数値シミュレーションによる 結晶育成装置の工学的解析

東北大金研 岡 野 泰 則  
〃 福 田 承 生

融液からの結晶育成は、未だに経験的要素の多い技術である。この原因は、高温下の現象であるため、育成炉内の物理現象が正しく理解されていない点、工学的検討がなされていない点にあると思われる。結晶品質の向上、結晶育成の合理的操

作法、設計基準の確立のためにも育成炉内の物理現象及びそれと結晶品位との間の関係を工学的観点から明らかにする必要がある。このためには、実験的な検討のみならず、数値シミュレーションに基づく考察が有効である。数値シミュレーショ

ンによれば、現実の育成炉の定量的解析のみならず、実験的に検証することが困難な条件下の挙動も検討することが可能で、結晶育成装置に対する工学的体系化を行うに極めて有効な情報が期待できる。

この観点より、本ワークショップは、広い分野での最新の数値シミュレーションの描き出す育成炉内の物理現象、熱流体的挙動と特性を実現象と対比検討しつつ、その工学的解析を進め、体系化する第一歩を築く場とすることを目的とした。ここで特筆すべきことは、結晶成長における世界的権威である、マサチューセッツ工科大学のBrown教授が本ワークショップの主旨に賛同し、自腹を切って参加して下さったことである。これはこの分野の研究が、世界的に興味が集まっていること、また日本の研究が世界的レベルであることを裏づけているように思われる。

6月7日に行われた今回のワークショップにおける発表、討論の概要を以下に記す（敬称略）。

MIT (U. S. A.) の R. A. Brown は CZ (Ozochralski : 引き上げ) 法によるシリコン結晶作成炉内全体の熱、流動現象から結晶内欠陥発生にわたる幅広い解析結果をもとに、結晶作成条件から結晶品質を予想、制御しうる数値シミュレーション技術の重要性を強調した。CZ シリコン融液内対流現象に関しては融液内の詳細な温度測定（新日鉄：田中正博）、ダブル・ビーム X 線透過によるシリコン融液内の対流直接観察（NEC：柿本浩一）により、融液内の対流は従来言われていた軸対象の 2 次元流ではなく、パラクリニック・ウェーブを伴う、螺旋状に回転方向に進行する流れであることが示された。さらに、融液内温度分布を最も適切に再現するのは、乱流モデルを用いた場合であり、層流モデルを用いるよりも、対流を無視した熱伝導モデルの方が近いとの指摘があった（住友金属：小林純夫）。

一方、シリコン融液内対流の抑制法としては、磁場を印加した際の融液内対流の挙動に関する数値シミュレーションが報告された（九州大・機能研：尾添紘之、東京大学：大島まり）。CZ シリコン作成において磁場印加が対流抑制に有効である

ことが実験的に指摘されて 10 年以上が経過するが、その様子を観察することは極めて困難であった。しかし数値シミュレーション技術の発展にともない、融液内の現象が確実に明らかになりつつあるようである。また、二重つばを用いた、結晶中の不純物制御に関しても討論が行われた（三菱マテリアル：小野直樹）。

CZ 法以外のシリコン単結晶作成法としては FZ (Floating Zone) 法における融液内対流現象（九州大・機能研：尾添紘之）、磁場印加効果（信越半導体：木村雅規）について討論が行われた。

化合物に関しては、3 ゾーン・ヒーターによる GaAs 単結晶作成に関する炉内全体解析に関する報告があった（三菱化成：岡田英夫）。化合物はシリコンと異なり、高圧中で結晶が作成されるため、温度測定、対流観察が困難で、ここでも数値シミュレーションが威力を発していた。また化合物結晶においては転移の問題が残されており、結晶内熱応力に関する解析的検討がなされていた（東芝・総研：西尾譲司、九大：宮崎則幸）。結晶内熱応力は実験的には結晶作成後、結晶を加工、評価して情報が得られるが、数値シミュレーションを駆使することにより、結晶作成中の結晶内熱応力分布に及ぼす結晶作成条件の影響の解明が可能となる。

酸化物に関しては  $\text{TiO}_2$  単結晶引き上げ時に融液表面上に観察される異常な対流パターンと単結晶引き上げの困難さに関しての討論がなされた（東北大・金研：町田博）。

冒頭でも述べように、数値シミュレーションの最大の魅力は、実験的に観察あるいは測定が不可能（あるいは困難）な点が解明できる点、さらに、実験では抽出しきれない重要なパラメーターの抽出及びその影響が定量的に評価できる点にある。その反面、数値シミュレーションはその対象に何らかの理想化（近似）を施すため、ともすれば現実とかけ離れた計算をしてしまう可能性がある。今回は、数値シミュレーションを専門に行っている研究者と実験を主にしている研究者とが、大学、企業を問わず、さらには各人の所属学会を越え、一同に会し、総合的に自由に討論できる場

にしたつもりである。この様な場合は通常の学会や研究会では困難であり、本ワークショップがバルク単結晶作成の基礎現象解明に興味を持つ研究者のセンターとなり得、大変有意義なものであったと信じる。

今後コンピューターはますます高速化、高性能

化され、現状では不可能なほどの膨大な計算量をこなし得るものと予想できる。それにともない、未だ不明である現象が次々と解明され、現状のバルク単結晶作成技術の大幅なブレイクスルーにつながるものと確信する。

## CVD 法による酸化物高温超伝導膜の作製と特性

東北大金研 平井敏雄

### 1. はじめに

化学気相析出 (CVD) 法により酸化物高温超伝導膜の作製が初めて行われてから 3 年が過ぎ、現在多数の機関で CVD 法による酸化物超伝導膜の作製が研究されている。イットリウム系やピスマス系超伝導体が CVD の対象とされ、CVD の手法も単に熱源を用いたものから、プラズマや活性酸化ガスを利用したものへと多岐におよんでいる。

本ワークショップでは、CVD 酸化物高温超伝導膜についてこれまでに得られた研究成果を CVD の原料と薄膜作製および特性の観点で整理し、現在問題となっている点や今後の研究の方向を明らかにすることを目的とした。

### 2. ワークショップ報告

6月18日と19日の2日間にわたって、金属材料研究所講堂において開催され、67名の参加のもと以下のように16件の講演と討論がなされた。

18日(火)

10:00~10:10 開会挨拶

平井敏雄(東北大金研)

10:10~10:50 「MO 原料の特性評価と YBCO 超伝導薄膜形成」

播磨 弘、花岡建一、橋邦英(京都工繊大) 大西 寛(三菱電気)

10:50~11:30 「MOCVD 原料の評価と薄膜形成」 大嶋重利(山形大工)

11:30~12:10 「酸化物超伝導材料 MOCVD 用原料有機金属化合物の性質とその問題点」

國谷保雄(中央大理工)

12:10~13:10 昼食

13:10~13:50 「原料の高純化と光 CVD」  
鯉沼秀臣、橋本拓也(東工大工材研)

13:50~14:30 「CVD と組成制御」  
林田 茂(日本酸素)

14:30~15:10 「熱 CVD 法による YBCO 膜の作製と超伝導特性」  
山根久典(東北大金研)

15:10~15:20 休憩

15:20~16:00 「有機金属錯体を原料とする酸化物超伝導膜のプラズマ励起気相成長法」 兼堀恵一(日立中研)

16:00~16:40 「Y 系酸化物超伝導体の原子層 CVD」  
座間秀昭、小田俊理(東工大)

19日(水)

9:30~10:10 「 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$  薄膜のレーザー CVD」  
東山和寿(超電導工研)

10:10~10:50 「MOCVD 法による Y 系 124  
薄膜の作製」

林 春美 (超電導工研)

10:50~11:00 休 憩

11:00~11:40 「CVD 法による長尺酸化物超  
伝導体の合成」

山口太一 (藤倉電線)

11:40~12:20 「溶剤付加 MOCVD 法による  
Y 系超電導膜の合成」

松野 繁 (三菱電気)

12:20~13:20 昼食

13:20~14:00 「CVD-YBCO 膜の超伝導素  
子への応用」黒沢秀行 (リケン)

14:00~14:40 「ピスマス系結晶のハライド  
CVD 技術」

井原 賢 (富士通研)

14:40~14:50 休 憩

14:50~15:30 「MOCVD 法による BSCCO  
超伝導薄膜の作成と特性」

遠藤和弘 (電総研)

15:30~16:10 「MOCVD 法による Bi 系超薄  
膜の作成と超電導特性」

杉本常実 (超電導工研)

16:10~16:20 閉会挨拶

平井敏雄 (東北大金研)

### 3. 成果

CVD 原料については、その熱的安定性や分解過程の解析結果が発表された。特に Ba 原料として現在最も広く用いられている (DPM) 系錯体の安定性やそれに代わる蒸気圧の高い新しい原料探索の研究が関心を集めた。また、原料供給量の調整やモニターに分光学的な手法が導入された。

薄膜作製ではプラズマや光照射 CVD、活性酸化ガス、酸素分圧制御などによる成膜温度の低温化の最近の研究結果が発表され、優れた超伝導特性を有する膜が得られていることが報告された。また、今後の CVD 法による超伝導酸化物薄膜作製の方向の一つとして積層多層膜や原子層制御 CVD が提案された。

### 4. まとめ

酸化物高温超伝導膜の CVD に関係した、国立研究機関、企業および大学の研究者が一堂に会する研究会は、今回のワークショップが初めてであり、活発な討論や意見交換が行われ、研究の現状や動向、今後の課題などが明らかにされ、大変有意義な会であった。

## 材料科学とデータベース

(代表者 仁科雄一郎)

東北大金研 川 添 良 幸

### 1. はじめに

わが国および世界の材料科学の一層の進展のためには、従来からの基礎的実験・理論研究に加えて完備した材料データベースの確立が必須の条件となりつつある。今回のワークショップは、材料科学および材料データベースに関する現状および将来の在り方を活発に討論する場を提供するため

に開催した。

### 2. ワークショップ報告

本ワークショップでは多岐にわたる講演および議論があった。以下に各講演の概要を列記する。

岩田は、材料システムの統合化に関し、インフラストラクチャの拡充に反映される科学技術研

究における方法そのもののドラスティックな変革すなわち計算機ネットワークを軸にした情報システムの戦力的活用が進みつつあることを強調し、ネットワーク環境下での分散システムの統合化の現状をまとめた。

千原は、統合ファクトデータベースとして望ましい機能や条件として種々のユーザーフレンドリーな条件を述べ、個々のデータベースが単独では達成不可能でデータベース作成の当初から個々のデータベース間の互換性が必要であることを力説し、国際規模で作業を行うデータベース連絡会の設立が急務であると結論した。

川添らは、使いやすいデータベースシステムの実例として、金属材料研究所で構築されている統合化材料データベースシステムの紹介を行った。さらに材料設計分野では全国で初めての、光磁気ディスクを活用した文献の一次情報の蓄積・利用の実演を行い、出席者の強い関心を集めた。

中道は、材料データベースの構築と利用の流れを4段階に分析し、効率的な利用を図るためには応用ソフトウェア・ライブラリを用いた事実データベースの検索・特性解析・モデル展開・材料設計の一部の外部処理をパソコンに行わせることを提案した。また、作業工程における材料専門家と情報処理担当者の役割分担の重要性を力説した。

小島らは、論文中のグラフからファクトデータベース、特に数値データベースを作成する方法を提案し、実際に論文中に記載された磁性体の磁化曲線の実験グラフの数値化においてこの方法が有効であることを示した。また磁化曲線以外のグラフの数値化の可能性に関して活発な議論が行われた。

志村は、日本科学技術情報センターと金属材料技術研究所で共同で開発された金属材料強度データベースの紹介をし、オンライン・デモンストレーションにより具体的にデータベースの機能・構成・内容・利用法に関する説明を行った。このデータベースの特徴としては、オンライン上で検索した結果について、その場で統計解析を行い、SN線図などのグラフィックイメージでの出力が可能であることがあげられる。

大谷は、合金状態図のデータベースの歴史を紹

介した後、近年構築されつつある、実測データの殆どない系の状態図を予測する熱力学データベースに関して研究されつつある、図形入力方式と熱力学的な計算を行って作成される方式について詳細にわたって解説した。

小野らは、独自に開発したオブジェクト指向データベースシステムをデモンストレーションをまじえて紹介した。このデータベースは人工知能の標準的な知識表現手法であるフレームと共通する柔軟なデータ構造を持ち、従来のものと比べて非常に豊かな表現力を持っており、多くの関心を集めた。

青砥は、高速炉構造用材料データに関して開発されたデータ処理システムと数値データの解析用プログラムの紹介を行い、それらの適用例を詳細に解説した。

山崎は、CD-ROMを用いた電子材料データベースを試作し、グラフ・図・表などのマルチメディアデータに対して有効であることを示した。また、3元以上の混晶化合物半導体における連続的な特性変化を利用した混晶半導体専門のデータベースを開発し、量子効果を含む特性シミュレーション機能が電子および光素子の研究開発に関して有効であることを示した。

門馬は、材料強度解析を主眼としたオブジェクト指向の材料データシステムの開発に関する報告を行い、金属の疲労特性とクリープに関するデータの評価システムに対して30以上のモデルを適用した結果、各モデルの限界と適用性を考慮しつつそれぞれの長所を混合するハイブリッド技法を提案した。

中島は、原子力材料の特性データに関する独自のデータベースを構築し、効率的な利用法について検討を行った。また、ネットワーク化の推進と、データベースと応用プログラムをリンクした統合化システムの可能性について活発な議論が行われた。

藤田らは、動燃・原研・金材技研の3機関で研究が行われているネットワーク形式の分散型材料データベースシステムとその利用技術の紹介を行った。特に原子力用材料特有のデータ構造に関して詳細な解説を行い、多くの興味を集めた。また、



検索式の自動作成などのユーザインターフェイスと原子力用材料特有のアプリケーションソフトウェアについて活発な議論が行われた。

### 3. 成果

今回のワークショップでは、材料研究および材料データベース構築に関する各方面の方々にお集まりいただき、ファクト・データベース、材料設計の先進的活動ならびに国際協力の活動の紹介を通して、今後の研究活動ならびにデータベース国際利用の方途に関する活発な討議を行うことが出来た。

### 4. まとめ

今回のワークショップを通して材料設計におけるデータベース構築の必要性が確認された。また材料設計データベース構築に特有の困難が数多く指摘され、それに対する具体的な解決法に関する提言および議論が活発になされ、国際協力を含めた今後のあるべき姿が明確に打ち出された。しかしながら、材料設計分野は非常に多岐にわたっており、現状では個々の材料に限定されたデータベースの構築にとどまっている。今後はこれらを統合化し得るようなデータベース作成技法の研究を重点的に行うことが重要であると思われる。

#### 金研ワークショッププログラム

日時：1991年10月29日～30日

場所：東北大学金属材料研究所 講堂(3号棟3階)

#### 10月29日

12:50—13:00 開会の挨拶 仁科雄一郎

座長 仁科雄一郎

13:00—13:30 材料データシステムの統合化  
岩田修一

13:30—14:00 User-Friendlyなファクト  
データベースへの道 千原秀昭

14:00—14:30 金研統合化材料データベース構築・検索システム 川添良幸

14:30—15:00 データベース構築におけるパーソナルコンピュータの活用  
中道琢郎

15:00—15:30 〈休憩・デモ〉

座長 小岩昌宏

15:30—16:00 磁性体に関する論文中的グラフの自動数値データ化 小島正美

16:00—17:00 合金状態図のデータベース  
大谷博司

17:00—17:30 金属材料強度データベースの構築とJOIS-Fによるサービス  
志村和樹

17:30—18:00 オブジェクト指向材料データベース、MOODと今後の課題  
小野 陽、稲田康徳、山本順一

〈懇親会〉

#### 10月30日

座長 前田正史

9:00—9:30 高速炉構造用材料データ処理システム 青砥紀身

9:30—10:00 材料データベースの構築と設計への利用 山崎正人

10:00—10:30 オブジェクト指向のアプローチによる材料強度データシステム  
門馬義雄

10:30—11:00 〈休憩・デモ〉

座長 川添良幸

11:00—11:30 JMPD(JAERI Material Performance Database)の現状とその利用例 中島 甫

11:30—12:00 基盤原子力材料データフリーウェイシステム(分散型材料データベース) 藤田充苗

12:00—12:05 閉会の挨拶 川添良幸

# アトムプローブと分析電顕による材料 の超微細領域分析

東北大金研 櫻井利夫

「アトムプローブと分析電顕による材料の超微細領域分析」と題して、材料のナノスケールでの定量的な材料解析を目指した金研ワークショップが1991年11月5,6日の二日間にわたって開催された。当日は予想を上回る多数の参加者（登録者数：72名）を集め充実した活発な研究会が催せたと自負している。アトムプローブに関する研究会は1985年の阪大産研の中村勝吾教授の主催した科研費総合研究会の会合以来一度も開かれていなかったために、アトムプローブ研究者に取っては久々の研究会となった。最近のアトムプローブ研究者の減少によりこの種の研究会の開催は困難になっていたが、今回新たにアトムプローブを材料の超微細領域分析手法と再定義することにより、相補的な手段である分析電子顕微鏡を精力的に活用している材料研究者を加え材料の超微細領域分析を対象とした総合的な研究会として企画した。

初日は東工大西川による「アトムプローブの最近の動向」という簡潔なreview talkに始まり、引き続き最近ナノスケール領域の分析法として注目され金研の新素材開発施設においても導入予定の冷陰極電界放射銃搭載のFE-TEM, HF-2000, の紹介が日立計測の上野により行なわれた。この時点で既に質疑応答が非常に活発に行なわれ各々の講演時間を大幅に超過することとなり、座長を困らせた。つぎに東芝ULSI研の酒井は「アトムプローブの将来展望」と題して新しい試料調製方法の可能性と低電圧アトムプローブの可能性について示唆に富んだ講演を行なった。

休憩をはさみ新日鉄先端技術研究所の植森は「アトムプローブによる鉄鋼材料の解析」と題し

て新日鉄保有のアトムプローブFIM-100を用いて行なったFe-Cr-Co磁石鋼の見事な解析結果とそれに基づく保磁力機構の考察を報告した。同じく新日鉄先端技術研究所の池松は「鋼中微細炭窒化物のFE-TEMによる解析」と題してHF-2000による低合金鋼中の極微細析出物の解析例をアトムプローブによる解析結果を交えながら講演した。鉄鋼材料においては数nmレベルの炭窒化物の挙動が非常に重要な問題になるために軽元素の有効な検出が重要であるが、彼らはEDSとEELSを併用することにより1nm程度のV, Nb炭窒化物を定性的に解析することによりFE-TEMの微細領域分析の真価を示した。しかし同時に示されたアトムプローブデータははるかに定量的であり、アトムプローブの超微細領域における軽元素の定量分析能を明らかに示した。住金研究開発本部の関は高分解能分析電子顕微鏡による微結晶軟磁性合金の微細組織の解析結果を、引き続き東北大金研の宝野らはアトムプローブによる同種の材料の解析結果を発表した。この材料は10nmレベルのbcc微結晶からなる非常に微細な組織を有するが、アトムプローブによる解析では軽元素のBを含め全ての合金元素の熱処理による挙動をほぼ完全に定量的に解明することが出来ることが示され、改めてアトムプローブの有効性を印象づける事となった。

各々の発表者はそれぞれの持ち時間に留意しながら講演したにもかかわらず、時間制限を物ともしない活発な質疑応答のために、この時点で既に30分以上時間を超過していた。そこで当日最後に予定されていた阪大工の山本の講演を二日目にま

わすこととし、これまでの発表に関して総合討論が行なわれた。

第二日目は阪大山本による「アトムプローブによる統計学的構造解析」と題する講演が行なわれた。Pd-SiとPd-Si-Cuアモルファス合金アトムプローブデータに統計的解析を加えることにより、これらの合金にはSiの局所的な濃度揺らぎが存在し、またCuを加えた合金ではCu原子のクラスターが形成されたとする結果を報告したが、示されたデータから真に講演者の主張するような結果が導きだされるのかという疑問も残された。次に九大工の根本はEDSの定量解析の問題点を幾つか指摘した後、EDSを用いてNi/NiAl拡散対の濃度プロファイルの測定から拡散係数を定量的に求めた美しいデータを紹介した。次にNKK鉄鋼研究所の佐藤は固溶レベルの軽元素の分析を目指して行なっているPEELSの質の高いデータを紹介し、さらに電子顕微鏡像の強度を定量的に解析することにより高い分解能で組成変化を決定することが可能であることを示した。

休憩をはさんで九大総合理工の松村は菊池線交差法(IKL)とALCHEMI法を組み合わせた新しいIKL-ALCHEMI法を用いることにより、規則度が1でない規則合金においても三元合金中のサイトを定量的に決定できることを示した。これによりCu-25Au-25Pd合金においてCu-Au間の規則化がCu-Pd間の規則化に先行するという規則過程のキネティクスまでもこの手法で明らかにしうることを示した。次に日立機械研の吉村らはステンレス鋼中の相分離をアトムプローブFIMにより解析した例を紹介したが、アトムプローブによりキネティクスを定量的に解析する困難さを印象づけた。

この時点で昨日同様プログラム進行は予定時間よりも大幅に遅れを取っていた。座長の努力にもかかわらず、時間制限をものともしない講演者・質問者の活発な議論により昼食後予定時間になっても講演者及び座長が現れないという異常な事態になってしまった。この間を持つためにオックスフォード大学制作の位置敏感型アトムプローブの三次元データ解析のビデオを放映した。このビデオを見る機会に恵まれた参加者は原子の分布を

ナノスケールで三次元的に捕えることのできる新たなアトムプローブの出現に目を見張った様である。

午後一番のセッションはアルミニウム合金中の微細析出物に関する講演が3件あった。まず近大理工総研の藤田らはAl-1.6at.%Cu合金中のG. P. Zゾーンの高分解能電顕観察結果に基づき従来と異なる全く新しいG. P. ゾーン成長のメカニズムを提唱した。しかしこのメカニズムならびに解釈が従来の考え方と全く異なることから、かなり否定的と思われる意見も登場し議論は再び盛り上がった。奇しくも、ゾーンの組成に関する藤田らの結論は最近のアトムプローブによるデータに比較的良く一致することがわかったが、pre-G. P. zoneとかG. P.-2(2)とかG. P.-2(3)とかの新語が続出し、保守的なmetallurgistsを混乱させた。藤田らによるとこれでG. P. ゾーンは解決したという見解であるが、これが市民権を得るにはまだ当分かかりそうである。これに引き続き東工大の里は従来から分析電顕で問題とされていたマトリクス中の微細析出物の定量分析が、析出物がその構造に特有の化学量論組成を取り、かつある元素の占有サイトが決まっている場合に限り、Cliffらに提唱された外挿法を用いることにより定量的に決定できることを示した。これはほとんどの場合微細析出物を分析対象としなければならないmetallurgistにとっては、有益な手法である。つぎに東北大金研の宝野らはアトムプローブはG. P. ゾーンのような単原子面程度の厚さしかない極く微細な析出物(原子のクラスター)の定量的な分析やAl-Li合金中のLiのような軽元素の極局所領域(<10nm)での定量分析にも有効であることを示した。引き続き東北大金研の平賀は「高分解能電顕による合金の相変態の研究」と題して、Ni<sub>4</sub>MO, Cu<sub>3</sub>Pt合金の規則化過程の高分解能電顕による見事な解析例を示した。さらに最近注目されている準結晶の高分解能観察結果から準結晶の構造に関する考察を行なった。

休憩後住金研究開発本部の関はアトムプローブによるPt-Ni合金中の粒界偏析の解析例を示したが、アトムプローブによるこの種の実験の難し



さが感じられた。このために中にはこの種の研究はオージェで十分とする意見も聞かれたが、それでは何ゆえに現在多くの研究者が極めて困難な実験をのりこえてアトムプローブにより粒界偏析を研究しようとしているのであろうか？引き続き阪大産研の唯木は形状記憶合金中の析出物の界面組成をFE-TEMで測定することによりペイナイト変態が拡散の本質的に関与した変態であることを主張した。さらにいくつかの形状記憶合金にALCHEMI法を適用することにより、サイト占有率を決定した例を述べた。引き続き東北大金研の進藤はALCHEMI法の原理から始め、ALCHEMI法の特徴、限界を丁寧に説いた。最後に東北大金研の宝野はアトムプローブにより微量添加元素を含むNi<sub>3</sub>Alの特定の方向に厳密な1原子面毎の濃度プロファイルを決定することにより0.5at%程度しか含まれていない第三元素のサイト占有率を比較的簡単に定量的に決定できることを示した。

以上で2日間にわたるワークショップは終了した。このワークショップにより、テーマを選べばアトムプローブは分析電顕以上に正確により微細な領域の定量的分析が可能であることが示されたが、各々の手法には当然のことながら利点欠点があることも明らかとなった。今後高分解能電顕を含めてこれらの手法が相補的に用いられて行けば、ナノ領域における局所解析のレベルはさらに高まって行くものと考えられる。アトムプローブの問題としては一般にこの手法は特殊な実験手法であると受け取られており、このために研究者人口が増えず、なかなか研究者のポテンシャルが上がらないということがある。今後機会ある毎にアトムプローブの有用性を広めて、研究者人口を増やして行きたいと願っている。またこの種のワークショップが共同研究を更に活性化することになればとも願っている。

最後に会場の準備・プログラムの運営に尽力された研究室の宝野助手、泉秘書に謝意を表します。

日時：1991年11月5日-11月6日

場所：東北大学金属材料研究所 講堂

## プログラム

11月5日

13:30—13:40 開会の挨拶

東北大金研 桜井利夫

座長 本間禎一(東大生研)

13:40—14:20 アトムプローブの最近の動向

東工大総合理工 西川 治

14:20—15:00 分析電子顕微鏡の最近の動向

日立計測 上野武夫

15:00—15:20 アトムプローブの将来展望

東芝ULSI研 酒井 明

〈休憩〉

座長 桜井利夫(東北大金研)

15:40—16:10 アトムプローブによる鉄鋼材料の解析

新日鉄中央研究本部 植森龍治

16:10—16:40 鋼中微細炭窒化物のFE-TEMによる解析

新日鉄第一技研 池松陽一

16:40—17:00 分析電顕による鉄基超微細結晶軟磁性材料の解析

住金研究開発本部 関 彰

17:00—17:20 アトムプローブによる鉄基超微細結晶軟磁性材料の解析

東北大金研 宝野和博

17:20—17:50 アトムプローブの統計学的構造解析：Pd基アモルفس合金構造

阪大工 山本雅彦

17:50—18:00 総合討論

18:00—20:00 懇親会(金研会議室)

11月6日

座長 西川 治(東工大総合理工)

9:00—9:35 分析電子顕微鏡による状態図の決定、拡散係数の測定

九大工 根本 実

9:35—10:10 分析電子顕微鏡を用いた微小領域分析と問題点

日本鋼管鉄鋼研 佐藤 馨

〈休憩〉

座長 菅野幹宏

10:30—11:05 分析電子顕微鏡による多成分合金の原子配列の解析

九大総合理工 松村 晶

11:05—12:40 ステンレス鋼の相分離のアトムプローブ FIM による研究

日立機械研 吉村敏彦

〈昼食〉

座長 長村光造 (京大工)

13:00—13:35 Al-Cu 合金における G. P. ゾーンの構造と組成-HREM による研究 近大理工総研 藤田広志

13:35—14:10 分析電顕によるアルミニウム合金中の微細析出物の解析

東工大工 里 達雄

14:10—14:30 アトムプローブによるアルミニウム合金中の微細析出物の解析

東北大金研 宝野和博

14:30—15:05 高分解能電顕による合金の相変態の研究 東北大金研 平賀賢二

15:05—15:15 総合討論 合金の相変態におけるアトムプローブと電子顕微鏡

〈休憩〉

座長 根本 実 (九大工)

15:30—16:00 アトムプローブによる粒界偏析の研究

住金研究開発本部 関 彰

16:00—16:35 電界放射型電子銃付分析電顕による形状記憶材料の微細領域分析 阪大産研 唯木次男 中田芳幸 清水謙一

16:35—17:05 ALCHEMI によるサイト占有率の決定 東北大金研 進藤大輔

17:05—17:20 アトムプローブによるサイト占有率の決定

東北大金研 宝野和博

## コンピューター・シミュレーション マイクロクラスター

東大理 近 藤 保  
東北大金研 川 添 良 幸  
大 野 かおる

### 1. はじめに

最近、計算機の発達により、物性研究におけるコンピューターシミュレーションの役割が重要になってきた。例えばマイクロクラスター等の少数多体系の特徴を調べるのにもこの方法は絶大な威

力を発揮する。また、マイクロクラスターのようにそのダイナミクスが複雑であり、その特性を解明する手掛りとなるデータの蓄積も少ない場合には、実験データを解析する上にも、実験を進める指針を得るためにも、シミュレーションが非常に

有用な手段となる。この点を踏まえ、コンピューターシミュレーションを用いたマイクロクラスター物性研究の最近の話題を中心に、理論および実験研究を活発に行っているグループを交えて研究発表および討論を行うために今回の研究会を企画した。

## 2. 研究会報告

平成3年11月8日と9日の2日間、金属材料研究所においてコンピューター・シミュレーションに関連するマイクロクラスターについての15の研究報告および討論が約40名の参加者によって活発になされた。その内容は以下のとおりである。尚、開会の挨拶（近藤）において今回の研究会の開催にまで至る経過および主旨・抱負などについての説明がおこなわれ、18日に開かれた懇親会ではシミュレーションビデオも交えて参加者全員がうちとけてこの分野の将来の展望などについて語り合えたことを付け加えておく。

11月8日(金曜日)

- 1 開会の挨拶 近藤 保（東大理）  
座長：近藤 保（東大理）
- 2 ナノ構造の物性についてコンピューターシミュレーションが望まれる諸問題  
仁科雄一郎（東北大金研）
- 3 第一原理分子動力学法と物質設計  
吉田 博（東北大理）
- 4 Car-Parrinello法の動力学  
佐々木泰造（金材技研）
- 5 表面の分子動力学シミュレーション  
三上益弘（富士通）  
座長：森田 章（石巻専修大理工）
- 6 Auクラスターの構造揺動一下地の効果  
菅野 暁（姫路工大理）
- 7 単純金属クラスターの最近の話題  
石井 靖（姫路工大理）
- 8 閉殻球状電子ガスの誘電応答  
稲岡 毅（岩手大工）
- 9 液体Naの電子状態  
星野 公三（広島大総合）

11月9日(土曜日)

- 座長：渡部 三郎（広島大総合）
- 10 レーザー蒸発過程とマイクロクラスター  
粕谷厚生（東北大金研）
  - 11 Arクラスターの振動 尾崎 裕（城西大理）
  - 12  $Ar_{n-1}Xe^+$  クラスターイオンの衝突反応  
市橋正彦（東大理）
  - 13 アルゴンクラスターイオンの構造とダイナミクス  
池上 努（東大理）  
座長：菅野 暁（姫路工大理）
  - 14 フラーレン生成機構：新しいモデルの検討  
阿知波洋次（都立大理）
  - 15  $C_{60}$ の分子動力学シミュレーション  
神山 博（東北大金研）
  - 16 フラーレン ( $C_{60}, C_{70}, C_{84}$ ) アルカリ金属化合物の光電子分光  
高橋 隆（東北大理）
  - 17 閉会の挨拶 川添良幸（東北大金研）

## 3. 成果

マイクロクラスターに関する実験サイトからの最近の発展および展望、そしてコンピューターシミュレーションによせる期待として、近藤（代表者）、仁科、粕谷らの総合的な導入および報告があり、それらに基づいて最近のシミュレーション解析等に関する活発な研究発表および討論が行われた。以下にその成果を略記する。

スーパーコンピューターを用いて大規模な数値計算を行い、電子状態を第一原理的に取り扱いながら少数原子系の運動を分子動力学法で追跡することが精力的に始められつつある。特に最近発展したシミュレーション法としてCar-Parrinelloの方法の詳細な説明が吉田、佐々木、他によりなされた。その具体的応用として、吉田は半導体中の不純物原子をとりあげ、佐々木はSiダイマーおよびトリマーの結果について報告した。また星野は、液体Na系における電子状態の摂動展開による計算とその動力学のCar-Parrinello法による計算について報告した。池上は、アルゴンクラスターイオンの構造とダイナミクスを第一原理的にシミュレーション解析する為の分子軌道法に基づいた二つの方法について紹介し

た。

古典分子動力学をマイクロクラスター系に適用した最近の解析結果もいくつか報告された。まず三上は、化学ポテンシャル一定条件下で分子動力学を行う新しい方法およびその希ガス原子 ( $C_{60}$  でも良い) が多数存在する系への応用について紹介した。尾崎、市橋により、Ar クラスターの振動、 $Ar_{n-1}Xe^+$  クラスターの衝突反応についてのシミュレーション結果に関する報告があった。

実験、理論、シミュレーションを通じて、金属クラスターの構造、安全性(魔法数)、フラグメンテーション等をどの程度定量的に扱うことが出来るかについて、多くの興味を持たれている。本研究会で、菅野は金原子クラスターの構造揺動と下地の効果についてのシミュレーション解析について、石井は単純金属クラスターについて報告した。稲岡は、球形金属マイクロクラスターのモデルとして閉殻球状電子ガスを考え、その系での誘電応答を解析的に扱った。

さらに、最近  $C_{60}$  がグラファイトとダイヤモンドの2種類以外の新しい炭素分子の構造として注目を集めている。そのサッカーボール構造が極めて安定であるばかりでなくKやRbをドーピングすると数十度Kまで超伝導状態を示すことが分かってきた。この驚くべき結果は、実にマクロとミクロの中間状態を研究するメソスコピック物理学

の本質的に新しい成果である。阿知波は  $C_{60}$ 、 $C_{70}$ 、 $C_{90}$  等のフラレーン(球殻構造の炭素分子、バツキボールとも呼ばれる)の生成機構として新しいモデルの提示をおこなった。神山は、 $C_{60}$  の分子運動をmixed basisを用いたCar-Parinello法の新しい改良版によって解析した結果を報告した。高橋は、高温超伝導を示す  $C_{60}K_3$  などのフラレーンアルカリ金属化合物の光電子分光の実験結果と理論計算との比較について報告を行った。

#### 4. まとめ

コンピューターの最近の発達により、マイクロクラスターの分野でもシミュレーション技法が活発に用いられるようになってきた現在、今回の研究会のテーマは正に時節にかなったものであった。参加者は、元原子核専攻、情報工学専攻、物性物理専攻、化学専攻など様々であり、時折使用する言葉の不統一性の為の障害はあったものの、同一テーマを多方面から分析し、活発に討論できたことの意義は大きい。今回の研究会を通じてなされた議論の幅の広さと洞察に今後のこの分野の多大の発展が期待できることが確信できた。閉会の挨拶(川添)において、来年度も金属材料研究所で引き続いて表題の第2回研究会を開催することが予定された。

# 地球環境浄化用新材料

東北大金研 橋 本 功 二

## 1. はじめに

21世紀に人類が生き残り、豊かな生活を享受するためには、太陽光線に含まれる中波長紫外線を吸収してくれるオゾン層の維持と、温室効果をきたす大気汚染物質の濃度増大の阻止が必須条件である。したがって、クロロフルオロカーボンは回収・分解し、窒素酸化物は分解し、二酸化炭素は捕捉して変換するなど、新たな努力が必要である。窒素酸化物は、酸素と窒素に分解するのが最も望まれる方法であって、窒素酸化物の強い酸化力に耐え、これを窒素と酸素に分解する触媒材料の研究が行われている。クロロフルオロカーボンは、触媒を用いて水と反応させ、二酸化炭素・塩酸・フッ化水素酸に変えて、生成する酸を再利用するのが、最も有効な処理方法である。このためにハロゲン酸に強い触媒材料、フッ化水素酸や塩酸に耐える装置材料などの研究が行われている。二酸化炭素の捕捉には、装置材料の腐食に関して、未解決の問題がある。また、捕捉した二酸化炭素の処置に関しても、全く見通しが得られていない。

本ワークショップは、このような新しい材料の研究の現況を紹介し合い、その内容の理解を深めると共に、今後の研究の方向に関して討議するために企画された。ここでは、地球環境浄化用触媒材料、耐食材料の研究の紹介と共に、既に用いられている公害防止システムの問題点についても議論された。

## 2. ワークショップの経過

ワークショップは、金研講堂において、101名の超満員の参加者によって行われた。プログラムは次の通りである。

11月18日(月)

座長 永山政一(日本ケミコン)

13:20—13:25 挨拶

腐食防食協会会長 岡田秀彌

13:25—13:50 フッ化物溶液中におけるFe, Ni, Cr, ステンレス鋼の分極挙動  
阪大工 柴田俊夫, 東ソー 沖孝広

座長 吉田郷弘(京大工)

13:50—14:15 金属を担持した炭素によるNO<sub>x</sub>の除去

東北大反応研 富田 彰

14:15—14:40 二酸化炭素からC<sub>2</sub>以上の炭化水素を合成するための触媒担体の新しい調製法

鹿児島大工 高橋武重

14:40—15:00 休 憩

座長 佐藤教男(北海道放送教育センター)

15:00—15:25 フロン, NO<sub>x</sub>の分解と耐フッ酸材料

東北大金研 小森 充, 廣田哲仁, 張 波萍, 橋本功二

15:25—15:45 Cl<sup>-</sup>-F<sup>-</sup>混合溶液中のステンレス鋼の不動態化と孔食電位について

東理大理 熊谷由希子, 長沼啓一, 橋 孝二

座長 高橋英明(北大工)

15:45—16:10 合金による内部硫化形態の変化

北大工 成田敏夫

16:10—16:30

Non-Sacrificial Anode 東大工 藤澤龍太郎  
辻川茂男

座長 春山志郎(東京高専)  
16:30—16:50 金属電析のエリブソメトリ  
名工大 大塚俊明

11月19日(火)

座長 瀬尾真浩(北大工)  
9:30—9:55 アミン水溶液によるCO<sub>2</sub>吸収プ  
ロセスと材料問題

日揮 山本勝美  
9:55—10:20 アルカリ環境における炭素鋼の  
SSCとSCC

新日鉄第2技研鋼管研究センター 小川洋之, 傳  
寶幸三

座長 関根 功(東理大理工)  
10:20—10:45 アルカリ環境での炭素鋼の水素  
吸収 阪府大工 山川宏二

10:45—11:00 休 憩

座長 林 安徳(九大工)  
11:00—11:20 金属間化合物およびTi合金の  
水素脆性 室蘭工大 三沢俊平

11:20—11:40 Ti-Ni系合金の形状記憶効果に  
及ぼす水素の影響  
名大工 国光誠司, 細井祐三

座長 谷口滋次(阪大工)  
11:40—12:05 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-NiO系人工不  
働態皮膜の合成とその耐食性

東北大工 杉本克久  
12:05—12:30 ごみ焼却炉溶融塩腐食環境にお  
ける鉄鋼材料の高温腐食

住友金属鉄鋼技研 大塚伸夫, 工  
藤昶夫  
12:30—13:30 昼 食

座長 小林賢三(慶大理工)  
13:30—13:55 溶融塩型燃料電池用ステンレス  
鋼の耐食性向上

日立日立研 檜山清志, 泉谷雅清  
13:55—14:20 燃料電池用材料 NKK 技術開  
発本部

酒井潤一, 島田 透, 松島 巖  
14:20—14:40 休 憩  
座長 石川雄一(日立機械研)

14:40—15:05 自動車排気系材料の耐食性に

ついて  
新日鉄第2技研 佐藤米次, 伊藤  
徹

15:05—15:30 自動車用鋼板の耐穴あき腐食性  
に及ぼす合金元素の影響  
神戸製鋼材研 中山武典

座長 水流 徹(東工大)  
15:30—15:55 総合討論 地球環境浄化用新材  
料研究の今後の課題

パネリスト 石川達雄(北大工), 本間慎一(東大生  
研)他

15:55—16:00 閉会挨拶  
東北大金研 橋本功二

### 3. 成果

窒素酸化物については、金属触媒を担持した炭素  
によって、比較的低い温度で高効率に還元できる  
ことが紹介された。また、アモルファス合金を出  
発物質として、酸化によって生じる種々の酸化物  
を分散させた触媒が、直接分解の触媒として可能  
性のあることが紹介された。

フロンと水との反応に、アモルファス合金を触  
媒として用いると、生成する塩酸とフッ化水素酸  
で合金が侵されても、フロン分解の触媒活性を失  
わないような触媒合金が得られることが報告され  
た。

フロン分解によって生じるフッ化水素酸に耐え  
る金属材料について、アモルファス合金の中には、  
常温では十分な耐食性を備えた合金が見いだされ  
ている。また、フッ化物イオンを含む溶液中にお  
ける高二ツケル合金、ステンレス鋼など実用金属  
の腐食挙動についての貴重な実験結果が発表され  
た。

二酸化炭素の捕捉・吸収には、アルカノールア  
ミンを吸収剤とする吸収装置を用いることが検討  
されている。石油精製および石油化学の分野で用  
いられているこの装置の腐食事例が、企業の研究  
者によって報告された。特に、1984年にはシカゴ  
近郊の石油精製施設で、吸収装置の圧力容器の応  
力腐食割れによる破壊から、爆発と火災によって  
17人が死亡するという大事故が発生したことな



ども改めて紹介された。しかし、石油精製および石油化学の分野で経験された二酸化炭素捕捉装置の応力腐食割れは、その原因および発生機構が明らかにされていないため、残留応力を低減する以外の対策がはっきりしていないことが紹介された。この問題の解明が待たれる。

二酸化炭素による地球温暖化防止の第一の方法として、二酸化炭素の発生を減らすことが、強調されている。これ自体は全くもつともである。しかし、これだけ膨れ上がってしまった市民生活や産業活動に影響を与えずに、発生を抑制できる二酸化炭素の量はどれほどのものであろうか。結局、発生する二酸化炭素を捕捉して、放出を防止することを基本にせざるを得ないと思われる。ところが、捕捉した二酸化炭素を大量に処理する方法の決定的提案はない。一方、太陽光に恵まれた発展途上国では、太陽電池を用いて水を電解して得られる水素を、持ち運び可能な燃料として使うことが真剣に考えられている。水素は確かにクリーンなエネルギーではあるが、単位体積当りのエネルギーが、これほど薄い燃料は他にない。これに対し、炭化水素は最低の炭素数のメタンですら、単位体積当りのエネルギーは、水素の3.45倍である。したがって、太陽エネルギーを用いて、水素が容易に手に入れられるようならば、捕捉した二酸化炭素をこの水素と反応させて炭化水素に戻

し、化学工業の原料や燃料として使用することは、十分に考えられる。このために、二酸化炭素と水素から二つ以上の炭素鎖の炭化水素を得るための触媒の新しい調製法も紹介された。

今回のワークショップでは、排煙脱硫装置の腐食問題は、紹介されなかった。これに代わり、ごみ焼却炉における腐食問題、省エネルギーのための軽量化に伴う自動車用鋼板の腐食問題、さらには高効率発電機である燃料電池における腐食問題など、地球環境を悪化させないための努力に伴って発生する腐食問題が幅広く紹介された。

#### 4. まとめ

これまで、ほとんど対話を交わしたことの無い触媒材料と耐食材料の研究者が一堂に会した本ワークショップは、本テーマに関する研究を進めるために、きわめて示唆に富み、有意義であった。耐食材料の研究者からは、このような企画には、さらに多くの触媒材料の研究者の参加を求めるようにとの要望もあった。また、地球規模の問題解決のために、このような研究者集団による重点領域研究に、この課題の研究を発展させることが、確認された。なお、今回のワークショップ参加者の旅費の一部は、このテーマで分科会を行っている腐食防食協会が援助してくれたことをここに記し、感謝申し上げる。

## コンピューターシミュレーション — 磁気及び光記録材料 —

東北大金研 川 添 良 幸

### 1. はじめに

コンピューターの普及とともに磁気及び光磁気記録デバイスの需要はこれからますます大きくなる。現状及び将来を概観し、特にその物理的な基礎及び関係する最新のテクノロジーを産学両方から検討することはまことに重要である。特にデ

バイスの実用化にあたってはミクロな物性の解明や観察技術、およびシミュレーション技術の統合的な開発・適用が不可欠である。本ワークショップは、この分野の研究者が一堂に集まり発表と討論を行う場を提供しようとして企画されたものである。

## 2. ワークショップ報告

12月5日と6日の二日間にわたって金研講堂に於いて開催され、60名を超える参加者及び13件の講演があった

## 3. 成果とまとめ

本ワークショップの講演に於ける大半のグループの研究成果は現在世界的に最高レベルのものであると認められているものである。それら相互間の情報交換を通じて、今後の磁気及び光磁気材料研究に対する有用なヒントが得られたと考えている。

講演の内容は大きく磁気記録と光磁気記録の二つの分野に分けられる。光磁気ディスクの分野では、記録パターンの照射レーザーパワー、記録線速、記録磁場及び記録層材料依存性に関する研究において、我が国が世界にさきがけて、モデルシミュレーションにより、実験結果を良く再現し、さらに未知の材料に対してもさらなる高速記録、高密度記録及び低磁場記録など、これからの研究及び生産に重要なインパクトを与える研究テーマの実現可能性に光を与えた。特に、シミュレーションによって示されるマイクロ磁区形状に参加者が大きな関心を示した。磁気記録の分野では、長手及び垂直磁気記録に関する有限要素法に基づく研究結果等を中心として報告が行われた。磁化過程や反転過程のダイナミックスの解析及びその物理的な結果の、パソコンやビデオを活用した高度で直感的なプレゼンテーションもあり本ワークショップに花を添えた。

本ワークショップにより、磁気及び光磁気記録材料の研究において、コンピューターシミュレーション及びそれに基づくサイエンティフィックビジュアルイゼーションが非常に重要且つ有力な新しい研究手段となり得ることを改めて認識させられた。

### プログラム

12月5日(木)

13:00—13:10 開催にあたって

東北大金研 川添良幸

13:10—13:50 GdCo 非晶質合金の電子構造  
日本 IBM 田中宏志、高山新司

13:50—14:30 光磁気ディスクの磁界変調記録シミュレーション

KDD 田中信介、田中富士雄、鈴木静雄

14:30—15:10 高線速書き込みでの磁区形状  
東北大金研 本間茂、胡曉、川添良幸

日立マクセル 今津龍也、太田憲雄

15:30—16:10 光変調光磁気記録シミュレーション・反転磁区の発生と成長

日電 長谷川素子、岡田修  
広島電気大 檜高靖治

16:10—16:50 相変化光ディスクにおける結晶粒成長解析

日立中研 岡峰製範、寺尾元康

12月6日(金)

9:00—9:40 塗布型媒体の磁化機構

日立 釘屋文雄、赤城文子、堤正議

9:40—10:20 計算機シミュレーションによる長手及び垂直磁気記録の比較

東北大 田河育也、中村慶久

10:30—11:10 リング型ヘッドを用いた垂直磁気記録における再生波形シミュレーション解析

ソニーマグネ 佐藤孝典、内山浩、本多直樹

11:10—11:50 重層磁気メディアにおけるVTR信号記録解析

コニカ 安藤康夫

東北大 田河育也、中村慶久

13:00—13:40 磁気記録における磁区解析とその観察

NTT 岸上順一

13:40—14:20 磁気記録におけるオーバーライト機構の解析

東北大 伊藤研也、田河育也、中村慶久

14:20—15:00 マイクロマグネティックスの数値シミュレーション

電通大 林信夫、仲谷栄伸

15:00—15:40 六角板状磁性粒子の磁化反転シミュレーション

日立 上坂保太郎  
電通大 仲谷栄伸、林信夫



# 酸化物超伝導体の臨界電流と磁束ピンング

東北大金研 小林 典 男

## 1. はじめに

最近、酸化物超伝導体の材料化の研究は著しい進展を示している。薄膜では多くのグループで十分実用に耐える臨界電流値を持つ試料が再現性よく作製されるようになり、また線材の場合には、100 mを越える長尺線材の開発や酸化物超伝導材料を使用したマグネットの試作が行われつつある。一方、磁場中にある酸化物超伝導体は、臨界磁場とは明確に区別される不可逆曲線の存在、磁束の熱的励起によるクリープ、磁束格子の不安定性、臨界電流などの輸送現象にみられる異方性等々、従来の超伝導体にはみられなかった興味深い性質を示す。一般にこれらの現象は酸化物超伝導体の応用に悪影響を及ぼすと考えられている。本ワークショップは基礎、応用両面からこれらの問題を討議し、今後の研究の方向を探ることを目的として開催された。

## 2. ワークショップ報告

本ワークショップは、平成3年12月11日と12日の2日間、金属材料研究所の講堂において50名の参加者のもとに以下のようなプログラムで開催された。

12月11日(水)

- 1 Y系酸化物超伝導体薄膜のスパッタ合成と臨界電流密度 東北大工 鈴木光政
- 2 3元同時気化CVD法により作製したY系膜の超伝導特性 三菱電機材料研 松野 繁
- 3 YBCO超電導薄膜の磁束ピンング 住友電工伊丹研 松浦 尚
- 4 磁束ピンングスケール則における磁束クリープの影響 東北大金研 渡辺和雄
- 5 MOCVD法で作製したBSCCO薄膜超電導特性の異方性 ISTECSRL 祐谷重徳

- 6 MOCVD法で作製したBi系2223相超伝導薄膜の臨界電流密度特性 電綫研 山崎裕文

- 7 Tl系超電導薄膜の磁束ピンング

日立日立研 生田目俊秀

12月12日(木)

- 8 酸化物超伝導体のirreversibility line 九工大情報工 松下照夫
- 9 Intrinsic pinningと臨界電流 東北大金研 高橋三郎
- 10 Y系薄膜の磁化と磁束クリープの異方性 東北大金研 小林典男
- 11 高温超伝導膜の磁化のヒステリシスについて 千葉大理 野島 勉
- 12 LaSrCuO単結晶におけるJ<sub>c</sub>と磁束ピンングのSr、酸素組成依存性 東大工 岸尾光二
- 13 Bi2223超伝導体の磁化特性 筑波大物工 吉崎亮造
- 14 高温超伝導体の混合状態 金材研 門脇和男
- 15 Bi系超電導テープの臨界電流特性 金材研 熊倉浩明
- 16 Bi系銀シース線材の臨界電流と磁場特性 住友電工大阪研 加藤武志
- 17 Bi(2223)銀シーステープの臨界電流密度 東芝総研 山田 稜
- 18 Bi系Agシース線材の作製と臨界電流評価 古河電工横浜研 前田敏彦

## 3. 成果

1日目は、Y、Bi及びTl系酸化物の薄膜における臨界電流密度と磁束ピンングの関連について討論された。スパッタ法による薄膜作製ではBa組成と酸素濃度の制御が超伝導特性に顕著な影響を与えること(鈴木)、またCVD法では原料にTHF溶剤を付加することによって気化特性を改

善し、さらに3元同時気化を行うことによって再現性及び合成速度が大幅に向上すること(松野)が報告された。

また、CVD法によるBi(2223)薄膜(山崎)及びTl(1223)、(2223)薄膜(生田目)の合成が行われ、液体窒素温度における高 $J_c$ 特性が得られている。これらの薄膜における $J_c$ 特性を決定する要因として、ピンポテンシャルの形(松浦)、磁束クリーブの影響(渡辺)、表面パリアの存在(祐谷)、層間距離との関連(生田目)がモデル計算の結果を含めて紹介された。

2日目の前半は基礎的サイドから理論的考察と磁化測定から見た混合状態の特性が討論された。まず不可逆曲線の温度依存性がピンポテンシャル密度のスケール則に基づいて考察され、実験結果と定性的に一致することが示された(松下)。またすでに報告されている臨界電流密度の多様な異方性について、強い二次元性を考慮した内在的ピンの考えから説明が試みられた(高橋)。

上記の不可逆曲線の温度依存性については、Bi系(2212)単結晶(門脇)及び(2223)高配向試料(吉崎)について磁化測定から求められたが、この温度依存性が単純な $(1-T/T_c)^{3/2}$ 則に従わないことが報告された。さらにこの測定からは、可逆領域における性質の二次元性が強く示唆され、大きな超伝導ゆらぎの存在や不可逆曲線における相転移の可能性が指摘された。不可逆曲線の $(1-T/T_c)^{3/2}$ 則からのずれはY及びBi系薄膜でも観測されており(野島)、さらに詳しい検討が必要である。

薄膜の磁化は、ゼロ磁場の磁化と不可逆磁場によってスケールされたとき、ユニバーサルな関数によって記述されること、この性質はピンポテンシャルの指数関数的電流依存性に基づいていることが指摘された(野島)。このようなユニバーサルな関係は、磁化の対数的緩和から求められたピンポテンシャルの温度依存性でも観測されている(小林)。二つのユニバーサルな関係が直接結びつくとは思われないが、薄膜に特徴的な性質と考えられるかも知れない。上記の磁化のユニバーサルな性質とは異なった振舞いがLa(214)系

単結晶について報告された。すなわち、以前Y系単結晶で報告されていた、いわゆるfish tail効果の存在がLa系単結晶でも観測され、酸素欠損によるバルクピンの可能性が指摘された(岸尾)。

2日目後半は、現在液体ヘリウム温度での実用化に最も近いとされるBi系Agシーす線材と複合線材の臨界電流とその阻害因子について議論がなされた。4.2Kでは20Tを越える磁場中で $10^5$  A/cm<sup>2</sup>を越え(熊倉、前田)、また液体窒素温度でもゼロ磁場で $2-5 \times 10^4$  A/cm<sup>2</sup>(熊倉、加藤)の $J_c$ を持つ線材が開発されている。さらに、4.2Kで1.4Tの磁界を発生することのできるマグネットが試作された(山田)。線材の臨界電流を阻害する要因として、粒界における炭素の存在(山田)、非超伝導相の影響(加藤)などが調べられた。一方、 $J_c$ を向上させる方法として、照射効果(熊倉)やAg界面における配向性を利用する方法(山田)が検討された。

#### 4. まとめ

本ワークショップでは、La、Y、Bi及びTl系酸化物超伝導体を取り上げられ、またその形態も薄膜、単結晶、高配向焼結体、実用を目指した線材と多岐に渡った。臨界電流密度自体は、1、2年前に比べて急速に向上したが、その磁束ピンギの機構や超伝導混合状態で現われる現象については、理解はまだ十分ではない。さらに、よくキャラクタライズされた試料について系統的な研究の必要性が、改めて認識された。

# 「高圧力下での結晶成長研究の最近の進歩」

東北大金研 小 松 啓

圧力は温度と並んで重要な熱力学的強度因子であり、結晶成長に及ぼす様々な影響が期待できる。しかし実験・理論を含め、この分野の研究はまだ少ない。それは、何よりも装置上の障害が大きく、コストも高くつくためである。しかし、油圧セルやダイヤモンドアンビルセル(DAC)等の改良により、最近比較的容易に高静水圧下での結晶成長研究が可能となってきた。特にDACは光やX線に透明であることで、結晶成長中の圧力効果による変化の「その場観察」ができる。

本ワークショップでは、物質を特に限定せず、元素から高分子までを対象にし、圧力をパラメータとしたときの結晶成長という観点から討論を行った。そして高圧力実験装置の改良、高圧力下での結晶成長過程・モルフォロジー変化等の研究の現状、高圧力下での結晶成長研究の課題と問題点・将来展望に焦点をあて、意見を交換しあった。なお、ここでいう高圧力とは超高圧ばかりではなく、圧力効果を知るため、広く常圧より高い圧力を考えた。

ワークショップは二日間にわたって以下に示したプログラムで行った。DACを用いた研究を中心に高圧力下での物質の相変態という共通点で、多様な物質に関する結晶化過程の現状発表や、今までの研究結果のエッセンスをまとめた貴重な発表がある一方、動的観察記録など、将来の発展を感じさせる発表もあり有意義であった。圧力をパラメータにした結晶成長を明らかにするための各研究者の苦労・工夫が随所で感じられた。一般的に、結晶成長という立場で現象を把握するためには、降圧の方法など、なお改善すべき点が多々あることを痛感した。あらかじめ予稿原稿をいただき60頁ほどの予稿集を作ったことは後に残り良かったと自画自賛している。

## (プログラム)

場所 新棟7階セミナー室

12月16日

はじめに 小松 啓 東北大学金属材料研究所  
高圧下における固体の水への溶解現象

谷口吉弘、沢村精治 立命館大学理工学部  
氷結晶のモルフォロジーの変化

七里公毅 大阪市立大学理学部物理  
高圧下のダイヤモンド結晶成長 — どこまで理解でき、制御できるのか —

若槻雅男 筑波大学物質工学系  
高圧固相重合反応を利用した結晶性ポリマー合成の試み

青木勝敏 化学技術研究所  
高分子の新しい結晶成長機構 — ダイヤモンド窓付ピストンシリンダ型高圧装置による顕微鏡的、X線の直接観察 —

彦坂正道 山形大学工学部物質工学科  
光学液圧セルによる圧力駆動結晶成長の目視観察  
高野 薫 筑波大学物質工学系

12月17日

結晶成長観察用圧力セルの開発

竹村謙一 無機材質研究所  
ブリルアン散乱によるDAC中に成長させた分子結晶の方位、弾性定数の決定

清水宏晏 岐阜大学工学部電子情報工学科  
レーザー加熱下での相転移と結晶成長の観察

八木健彦 東京大学物性研究所  
総合討論 高圧力下での結晶成長実験の問題点と今後

ワークショップへの参加人数は25人(うち学内14人、学外9人)であった。

# これからの半導体結晶欠陥の研究

東北大金研 角 野 浩 二

## 1. はじめに

シリコンや GaAs など半導体中の結晶欠陥は電子・光デバイスの性能を左右するものとして基礎ならびに応用的観点からそれらの電氣的・光学的性質やその形成過程が調べられ、多くの研究結果が報告されている。また、その制御方法に関する研究も進められている。しかし、最近、混晶や薄膜などの新しい半導体材料の開発が行なわれ、また、陽電子消滅法などの新しい評価手段も発展しつつある状況の中で、半導体中の結晶欠陥に関する研究も新たな局面を迎えようとしていると思われる。

そこで標題のワークショップを開催し、現時点での研究の到達点の整理と、今後の展開のための知識の交換を行なうことにした。

## 2. ワークショップ報告

本ワークショップは、平成4年1月22日と23日の二日間、金研講堂において開催された。54名の参加者のもと、以下のプログラムで研究発表と活発な討論がなされた。

1月22日(水)

はじめに 角野浩二(東北大・金研)

1. Si 中の V 族不純物対拡散モデルの基礎条件  
吉田正幸(九州芸工大)
2. Si 中の炭素に束縛された水素の電子状態とダイナミクス  
上浦洋一, 橋本文雄(岡山大・工)
3. 陽電子消滅による欠陥評価  
上殿明良(東大・工)
4. Si ウエハー表面の重金属汚染による欠陥  
定光信介(九州電子金属)
5. シリコンの照射誘起 2 次欠陥の構造  
竹田精治, 武藤俊介 平田光児(阪大・教養)
6. カドミウムテルライドの結晶育成と欠陥

田中明和, 正義彦, 大楽智(住友金属鉱山)

## 7. III-V 化合物半導体中の転位の運動特性

米永一郎, 角野浩二(東北大・金研)

1月23日(木)

## 8. CAICISS によるヘテロエピ成長のその場観察

橋本明弘, 斉藤徹, J. パーマ, 田村誠男(光技研)

## 9. 薄膜混晶中の局所構造と欠陥評価

竹田美和, 大柳宏之\*(名大・工, 電総研\*)

## 10. ヘテロエピ膜中の転位の運動

山下善文, 前田康二, 白木靖寛\*(東大・工, 東大・先端研\*)

## 11. Si の点欠陥とゲッターリング

早藤貴範(ソニー)

まとめ

角野浩二(東北大・金研)

## 3. 成果

1から5と11では、シリコン中の結晶欠陥の発生・消滅・運動について詳細な報告がなされた。吉田はV族不純物が固有欠陥(原子空孔ないし侵入型原子)と強く結合した状態で拡散する現象を基礎的観点から論じた。上浦らは半導体結晶における水素の状態をまとめて解説し、さらにSi結晶中の水素-炭素複合体の構造とその形成・消滅機構を報告した。上殿は陽電子消滅法を半導体の欠陥研究に適用し、SiやZnSe中の原子空孔に関連する種々の欠陥の種類と濃度を求めた。定光はデバイスプロセスにおける隘路である重金属不純物の影響を故意汚染法により調べ、種々の結晶欠陥の発生と重金属との関係を定量的に解析した。竹田らは電子照射によって誘起される{113}面状の欠陥の構造が侵入型原子の集合構造であることを明瞭に解明した。早藤は結晶中の固有欠陥(原子空孔ないし侵入型原子)の発生・消滅挙動お

よびそれら固有欠陥と金属不純物のゲッターリング現象との関係を数値計算法によって調べた結果を報告した。

6と7では、II-IVおよびIII-V化合物半導体中の結晶欠陥の特徴が報告された。田中らは育成したCdTe結晶中に観察される回転双晶およびCdあるいはTe析出物の発生と育成条件との関係を報告した。米永らは種々のIII-V化合物半導体中の転位の運動挙動、およびそれに対し各種の不純物がそれぞれ異なる特徴を持って影響することを示した。

8から10では、半導体薄膜中の欠陥の新しい手法による解析が報告された。橋本らは低速イオンの散乱現象を利用した同軸型直衝突イオン散乱分光法を用いGaAs/Si等の半導体薄膜のヘテロエピ成長の初期過程をその場観察した。竹田らは蛍光EXAFS法により種々の半導体混晶や超格子の局所構造を解析できること、さらに結晶中の不純物の構造解析の可能性について議論した。山下らはヘテロエピ膜中での転位運動速度を測定し、超格子多層膜においてミスフィット転位の運動がどのような因子に支配されるかを明らかにした。

#### 4. まとめ

我々の研究室が主催する半導体の欠陥に関する研究会も「III-V化合物半導体の結晶欠陥研究の新しい展開」、「シリコン中の結晶欠陥の制御と物性」、「半導体の欠陥制御」、「半導体中の欠陥反応と複合欠陥の性質」と続き、今回で5回目を数えた。今回は特に、若手の第一線の研究者に講演して頂いたが、いずれの講演においても時間を大幅に超過する発表と活発な討論がなされ、この分野の研究の重要性があらためて強く認識された。その中で、半導体中の結晶欠陥の構造と成因に関する研究の現状についてかなり明快な整理がなされ、その結果、今後の結晶欠陥研究の指針が得られたと思われる。また、今回の研究会の特徴として、企業における第一線の研究者の研究の進め方が、例えば試料の選定、実験方法などにおいて、より基礎的に、かつ厳密になってきたこと、一方、大学における基礎研究では、その結果が如何に応用技術と関係しうるかについて言及され、これまで我々が必要かつ有効であることを金研研究会・ワークショップ・国際会議等で訴え続けてきた「大学と企業の研究の交流の下での半導体の結晶欠陥の挙動の解明とその制御の研究」が我が国で確立されつつあるとの感を深くした。

## 人 事 異 動

### 新任及び昇任

氏 名	年 月 日	官 職	部 門 等
ラング・ミハエル	1991. 8. 1	助 手	低温電子物性学
ワスチン・フランク	1991. 8. 8	助 手	ランダム構造物質学
大 西 直 之	1991. 10. 1	助 手	不定比化合物物性学
仁 科 雄一郎	1991. 12. 1	教 授	新素材開発施設
バブ・スレシュ	1992. 1. 16	助 手	ナノ構造制御機能材料研究部へ担当換 回析結晶学

# 最近発表された論文等リスト

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
<b>Ferrous Metals and Alloys</b>			
91-202	Magnetic Properties of Iron-Base b.c.c. Alloys Produced by Mechanical Alloying	Kataoka N., Suzuki K., Inoue A. and Masumoto T.	J. Mater. Sci., 26 (1991), 4621-4625
91-203	Positron Lifetime Measurement and Latent Vacancy Clusters in 14 MeV Neutron Irradiated Nickel	Yoshiie T., Hasegawa M., Kojima S., Sato K., Saitoh Y., Yamaguchi S. and Kiritani M.	J. Nucl. Mater., 179-181 (1991), 931-934
91-204	Soft Magnetic Properties of bcc Fe-M-B-Cu (M=Ti, Nb or Ta) Alloys with Nanoscale Grain Size	Suzuki K., Makino A., Inoue A. and Masumoto T.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), L1729-L1732
91-205	Low Core Loss of a bcc Fe <sub>86</sub> Zr <sub>7</sub> B <sub>6</sub> Cu <sub>1</sub> Alloy with Nanoscale Grain Size	Makino A., Suzuki K., Inoue A. and Masumoto T.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 551-556
91-206	Nonequilibrium Binary Fe Alloys Produced by Vapor Quenching	Sumiyama K.	Phys. Status Solidi A, 126 (1991), 291-312
91-207	Neutron Irradiation Effects of Iron Alloys and Ceramics	Kuramoto E., Takenaka M. and Hasegawa M.	Sci. Rep. RITU, A35 (1991), 407-416
91-208	Fe-Mo-C合金の焼き戻し2次硬化ピーク段階における極微小析出物のAP-FIMによる解析	植森 龍治 ・ 谷野 満	日本金属学会誌 55 (1991), 141-150
91-209	Fe-Cr-Co-Si合金のスピンノーダル分解生成物のアトムプローブ電界イオン顕微鏡による解析	植森 龍治 ・ 向井 俊夫 谷野 満	鉄と鋼 77 (1991), 2060-2067
<b>Non-Ferrous Metals and Alloys</b>			
91-210	High Mechanical Strength of Aluminum-Based Crystalline Alloys Produced by Warm Consolidation of Amorphous Powder	Ohtera K., Inoue A. and Masumoto T.	Mater. Sci. Eng., A134 (1991), 1212-1214
91-211	Thermoelastic Phase Transformation of Melt-Spun Ti <sub>50</sub> Ni <sub>50-x</sub> Cu <sub>x</sub> (x=0-20at.%) Ribbons	Furuya Y., Matsumoto M., Kimura H.M. and Masumoto T.	Mater. Sci. Eng., A147 (1991), L7-L12
91-212	Formation Criteria and Growth Morphology of Quasicrystals in Al-Pd-TM (TM=Transition Metal) Alloys	Yokoyama Y., Tsai A.P., Inoue A., Masumoto T. and Chen H.S.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 421-428
91-213	Short-Range-Ordering of Deuterium in $\alpha$ -TaD <sub>0.55</sub>	Kaneko H., Kajitani T., Hirabayashi M. and	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 567-573



番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
		Sakamoto M.	
91-214	Mg-Cu-Y Amorphous Alloys with High Mechanical Strengths Produced by a Metallic Mold Casting Method	Inoue A., Kato A., Zhang T., Kim S.G. and Masumoto T.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 609-616
91-215	Neutron and X-ray Diffraction Study on the Location of Hydrogen Isotopes in $TiO_{0.3}$ and $ZrO_{0.4}$	Kajitani T., Mukawa S. and Hirabayashi M.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 807-813
91-216	Amorphous Zr-Al-TM (TM=Co, Ni, Cu) Alloys with Significant Supercooled Liquid Region of Over 100K	Zhang T., Inoue A. and Masumoto T.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 1005-1010
91-217	Desulfurization and Deoxidation of Cu-S-O Alloy in Induction Melting and Solidification under Argon and Their Rates of Elimination in Vacuum Induction Melting	Ohno R.	Metall. Trans. B, 22 (1991), 405-416
91-218	Kinetics of Removal of Bismuth and Lead from Molten Copper Alloys in Vacuum Induction Melting	Ohno R.	Metall. Trans. B, 22 (1991), 447-465
91-219	Electron Channelling Enhanced Microanalysis of Intermetallic Compounds	Shindo D., Chiba A., Hiraga K. and Hanada S.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 87-91
91-220	Structures and Mechanical Behaviors of Ti-Al-Zr Compounds	Aoki K. and Masumoto T.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 185-189
91-221	Effect of Oxygen Impurities on Positronium Formation in Voids of Vanadium	Hasegawa M., Saitoh Y., Yoshinari O., Matsui H., Takahashi H., Ohnuki S. and Yamaguchi S.	Sci. Rep. RITU, A35 (1991), 208-218
91-222	Formation and Mechanical Strengths of Aluminum-based Supersaturated Solid Solutions	Inoue A., Watanabe M., Kimura H. and Masumoto T.	Sci. Rep. RITU, A36 (1991), 59-77
91-223	Production of an fcc $Al_{95}Ce_1Fe_4$ Powder by High Pressure Gas Atomization and Hardness of its Hot-pressed Products	Yamaguchi H., Inoue A. and Masumoto T.	Sci. Rep. RITU, A36 (1991), 78-88
91-224	Characterization and Properties of	Inoue A. and Masumoto T.	Science and

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	Amorphous Light Alloys		Engineering of Light Metals, ed. by K. Hirano, et al., Jpn. Inst. Light Met., (1991), 59-66
91-225	金属間化合物の組織制御	高杉 隆幸	金属 61 (1991), [10] 32-38

#### Semimetals and Semiconductors

91-226	Diffusion and Solubility of Zinc in Dislocation-Free and Plastically Deformed Silicon Crystals	Grunebaum D., Czekalla Th., Stolwijk N.A., Mehrer H., Yonenaga I. and Sumino K.	Appl. Phys. A, 53 (1991), 65-74
91-227	Impurity Effects on the Morphology of Fresh Dislocations in GaAs	Yonenaga I., Minowa K. and Sumino K.	Inst. Phys. Conf. Ser., 117 (1991), 129-134
91-228	Climb of Dislocations Induced by Oxygen Precipitation in Silicon	Minowa K., Yonenaga I. and Sumino K.	Inst. Phys. Conf. Ser., 117 (1991), 217-220
91-229	Positron Annihilation Study of Irradiation Effects on Graphites	Kuramoto E., Takenaka M., Hasegawa M. and Tanabe T.	J. Nucl. Mater., 179-181 (1991), 202-204
91-230	A Note on the Expansion Coefficient of Se-Based Glasses	Kanai S., Tsuchiya Y. and Hasegawa M.	J. Phys. Soc. Jpn., 60 (1991), 2477-2478
91-231	Two-Dimensional Anderson Localization in Black Phosphorus Crystals Prepared by Bismuth-Flux Method	Baba M., Izumida F., Takeda Y., Shibata K., Morita A., Koike Y. and Fukase T.	J. Phys. Soc. Jpn., 60 (1991), 3777-3783
91-232	Electrical Properties of Black Phosphorus Single Crystals Prepared by the Bismuth-Flux Method	Baba M., Izumida F., Morita A., Koike Y. and Fukase T.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), 1753-1758
91-233	Climb of Extended Dislocations in Silicon Caused by Oxygen Precipitation	Minowa K., Yonenaga I. and Sumino K.	Mater. Lett., 11 (1991), 164-170
91-234	Impurity Effects on Generation and Motion of Dislocations in InP	Yonenaga I. and Sumino K.	Proc. 3rd Int. Conf. InP and Related Materials, Cardiff, (1991), 648-651
91-235	Mechanical Behavior of Semiconductors in Terms of Dislocation Dynamics	Sumino K. and Yonenaga I.	Solid State Phenomena, 19&20 (1991), 295-310



番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
----	-----	-------	---------

# Refractory Materials and Ceramics

91-236	In-situ Processing of Inorganic Composites by Chemical Vapor Deposition	Hirai T. and Sasaki M.	Ceram. Int., 17 (1991), 275-281
91-237	TEM Observations of Diamond Films Produced by Hot Filament Thermal CVD	Ohsawa Y., Tamou Y., Kikuchi N., Hiraga K. and Oku T.	J. Mater. Sci., 26 (1991), 3748-3752
91-238	Thermal Properties of Chemical Vapour-Deposition SiC-C Nanocomposites	Wang Y., Sasaki M. and Hirai T.	J. Mater. Sci., 26 (1991), 5495-5501
91-239	Gas Flow Simulation of Chemical Vapour Infiltration in a Vertical Hot-Wall Reactor	Sasaki M., Ohkubo A. and Hirai T.	J. Phys. IV, 1 (1991), [C2] 127-133
91-240	Metalorganic Chemical Vapour Deposition of BaTiO <sub>3</sub> Films on MgO(100)	Nakazawa H., Yamane H. and Hirai T.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), 2200-2203
91-241	Preparation and Dielectric and Electrooptic Properties of Bi <sub>4</sub> Ti <sub>3</sub> O <sub>12</sub> Films by Electron Cyclotron Resonance Plasma Sputtering Deposition	Masuda Y., Baba A., Masumoto H., Goto T., Minakata M. and Hirai T.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), 2212-2215
91-242	Steady State Deformation Mechanism in Titanium Carbide	Tsurekawa S., Matsubara S., Kurishita H. and Yoshinaga H.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 821-828
91-243	セラミックス傾斜機能材料の気相合成	平井 敏雄 ・ 佐々木 眞	第35回材料強度と破壊総合シンポジウム論文集, 35 (1990), 23-30

# Superconductors and Superconductivity

91-244	Critical Current and Flux Pinning in Y <sub>1</sub> Ba <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7-δ</sub> Films Prepared by Chemical Vapor Deposition	Watanabe K., Kobayashi N., Yamane H., Hirai T., Muto Y., Kawabe H. and Kurosawa H.	High-Temperature Superconductors Materials Aspects, ed. by H.C. Freyhardt, et al., Vol.2, (1991), 965-970
91-245	High Temperature Operation of YBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7-x</sub> dc SQUID	Irie A., Sasahara H., Yamashita T., Kurosawa H., Yamane H. and Hirai T.	IEEE Trans. Magn., MAG-27 (1991), 3032-3035
91-246	High Frequency Properties of YBCO Bridges Fabricated by MOCVD	Chen J., Yamashita T., Suzuki H., Kurosawa H., Yamane H. and Hirai T.	IEEE Trans. Magn., MAG-27 (1991), 3308-3311

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
91-247	Superconductivity and Oxygen Defects of Thallium Cuprates	Kikuchi M., Nakajima S. and Syono Y.	IIT-International, (1991), 101-106
91-248	Chemical Bonding and Crystal Structure of Superconducting Oxides with Layered Structure	Syono Y.	ISTEC J., 4 (1991), 35-40
91-249	Preparation of a High- $J_c$ Y-Ba-Cu-O Film at 700°C by Thermal Chemical Vapor Deposition	Yamane H., Hirai T., Watanabe K., Kobayashi N., Muto Y., Hasei M. and Kurosawa H.	J. Appl. Phys., 69 (1991), 7948-7950
91-250	Production of Superconducting Cu-Nb-Sn Alloy by Hot Extrusion of Rapidly Solidified Powder	Inoue A., Masumoto T., Arnberg L. and Bäckström N.	J. Mater. Sci., 26 (1991), 3951-3954
91-251	Superconducting Thin Films of Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O Synthesized by the Spray-Inductively Coupled Plasma Technique	Suzuki M., Kagawa M., Syono Y., Hirai T. and Watanabe K.	J. Mater. Sci., 26 (1991), 5929-5932
91-252	Lattice Parameters of $\kappa$ -(BEDT-TTF) $_2$ Cu[N(CN) $_2$ ]Br	Watanabe Y., Sato H., Sasaki T. and Toyota N.	J. Phys. Soc. Jpn., 60 (1991), 3608-3611
91-253	Dependence of Lattice Parameters and $T_c$ on the Hole Concentration Determined by Precise Measurement of the Oxygen Content of $M_x$ La $_{2-x}$ CuO $_{4-y}$ (M=Ba, Sr, Ca)	Oh-ishi K. and Syono Y.	J. Solid State Chem., 95 (1991), 136-144
91-254	Low-Temperature Deposition of Y-Ba-Cu-O Superconducting Films by Thermal Chemical Vapor Deposition	Yamane H., Hasei M., Kurosawa H. and Hirai T.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), L1003-L1005
91-255	Magnetic Instability in High- $J_c$ Y $_1$ Ba $_2$ Cu $_3$ O $_7$ Prepared by Quench-Melt-Growth Process	Watanabe K., Kobayashi N., Awaji S., Kido G., Nimori S., Kimura K., Sawano K. and Muto Y.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), L1638-L1640
91-256	Oxygen K-Edge Fine Structure of La $_{2-x}$ M $_x$ CuO $_{4-y}$ (M=Sr, Ba and Ca) Studied by Electron Energy Loss Spectroscopy	Shindo D., Oh-ishi K., Hiraga K., Syono Y., Hojou K. and Furuno S.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 872-874
91-257	Formulation of a Self-Consistent Diagram Method in the p-d Mixing Model	Matsumoto H., Sasaki M. and Tachiki M.	Phys. Rev. B, 43 (1991), 10247-10263
91-258	Electronic States in Oxide Superconductors	Matsumoto H., Sasaki M. and Tachiki M.	Phys. Rev. B, 43 (1991), 10264-10272
91-259	Oxygen-Loss Effects on Superconductivity of Bi $_2$ Sr $_2$ CaCu $_2$ O $_y$ System	Nagoshi M., Suzuki T., Fukuda Y., Terashima K.,	Phys. Rev. B, 43 (1991), 10445-10450

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
		Nakanishi Y., Ogita M., Tokiwa A., Syono Y. and Tachiki M.	
91-260	Theory of Superconductivity in Multilayer Systems	Tachiki M. and Takahashi S.	Physica B, 169 (1991), 121-129
91-261	Magnetization Process in Layered Superconductors under a Magnetic Field Parallel to the Layers	Koyama T., Takezawa N. and Tachiki M.	Physica C, 176 (1991), 567-574
91-262	Structural Study of Oxygen-Saturated or Quenched $\text{Pr}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$ with $x \leq 0.15$	Kajitani T., Hiraga K., Hosoya S., Fukuda T., Oh-Ishi K. and Syono Y.	Physica C, 178 (1991), 397-404
91-263	Synthesis and Crystal Structure of $\text{Pb}_2\text{Sr}_2(\text{Ln}, \text{Ce})_n\text{Cu}_3\text{O}_{6+2n+\delta}$ and $\text{Pb}(\text{Ba}, \text{Sr})_2(\text{Ln}, \text{Ce})_n\text{Cu}_3\text{O}_{6+2n+\delta}$ ( $\text{Ln}=\text{Y}$ , $n=3, 4$ , ... and $0 \leq \delta \leq 2.0$ ), Layered Structure Compounds with Multiple Fluorite Layers	Tokiwa A., Oku T., Nagoshi M. and Syono Y.	Physica C, 181 (1991), 311-319
91-264	Electronic States of Core Levels and Valence Bands for $\text{K}_x\text{C}_{60}$ Studied by X-ray Photoelectron Spectroscopy	Fukuda Y., Sanada N., Nagoshi M., Takahashi T., Katayama-Yoshida H., Kikuchi K., Suzuki S., Ikemoto I., Achiba Y., Syono Y. and Tachiki M.	Physica C, 181 (1991), 320-324
91-265	Iodometric Determination of Oxygen Contents of the Tl Single Layer System and Their Relevance to Superconductivity	Nakajima S., Kikuchi M., Syono Y., Oku T., Nagase K., Kobayashi N., Shindo D. and Hiraga K.	Physica C, 182 (1991), 89-94
91-266	Y-Ba-Cu-O Superconducting Films Prepared on $\text{SrTiO}_3(100)$ by CVD and Their High $J_c$ in Magnetic Fields	Yamane H., Kurosawa H., Hirai T., Watanabe K., Kobayashi N. and Muto Y.	Proc. 11th Int. Conf. Chemical Vapor Deposition (1990), ed. by K.E. Spear and G.W. Cullen, Seattle, (USA), (1991), 222-228
91-267	Superconducting Properties in Layered Cuprate Oxides	Tachiki M., Koyama T. and Takahashi S.	Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by K. Kajimura and H. Hayakawa, (1991), 45-51
91-268	Mott-Hubbard Band and Charge Transfer Gap in $\text{La}_2\text{CuO}_4$	Kataoka M.	Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
			K. Kajimura and H. Hayakawa, (1991), 61-64
91-269	Superconductivity of $\text{Ln}_{1.85-x}\text{La}_x\text{Ce}_{0.15}\text{CuO}_4$ (Ln=Pr, Sm)	Ito A., Iwasaki H. and Kobayashi N.	Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by K. Kajimura and H. Hayakawa, (1991), 267-270
91-270	Crystal Structure and Superconductivity of New Pb Families with (Pb,Cu) Double Layer — $\text{Pb}(\text{Ba}, \text{Sr})_2(\text{Y}, \text{Ca})\text{Cu}_3\text{O}_y$ and $\text{Pb}(\text{Ba}, \text{Sr})_2(\text{Eu}, \text{Ce})_2\text{Cu}_3\text{O}_y$	Tokiwa A., Syono Y., Oku T., Nagoshi M., Kobayashi N., Kikuchi M. and Hiraga K.	Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by K. Kajimura and H. Hayakawa, (1991), 307-310
91-271	X-ray Diffraction Study on 2201 Tl-Oxide Single-Crystals	Kajitani T., Hiraga K., Nakajima S., Kikuchi M. and Syono Y.	Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by K. Kajimura and H. Hayakawa, (1991), 363-366
91-272	High-Resolution Electron Microscopy of Tl-Ba-Ca-Cu-O Superconductors	Oku T., Hiraga K., Shindo D., Kikuchi M., Nakajima S. and Syono Y.	Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by K. Kajimura and H. Hayakawa, (1991), 367-370
91-273	Oxygen Loss from $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_y$ by Annealing in Vacuum	Nagoshi M., Fukuda Y., Tokiwa A., Murata J., Sanada N., Suzuki T., Syono Y. and Tachiki M.	Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by K. Kajimura and H. Hayakawa, (1991), 407-410
91-274	Comparative Study of the Superconductivity of $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{CuO}_x$ and $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_y$	Kikuchi M., Nameki H., Nakajima S., Tokiwa A., Syono Y. and Kobayashi N.	Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by K. Kajimura and H. Hayakawa, (1991), 419-422
91-275	Superconductivity of $\text{TlBa}_2\text{Ca}_{n-1}\text{Cu}_n\text{O}_y$ System in Over-Doping State	Nakajima S., Kikuchi M., Syono Y., Nagase K. and Kobayashi N.	Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by K. Kajimura and

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
91-276	Flux Pinning in CVD Processed YBaCuO Film	Watanabe K., Awaji S., Kobayashi N., Yamane H., Hirai T., Muto Y. and Yamashita T.	H. Hayakawa, (1991), 423-426 Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by K. Kajimura and H. Hayakawa, (1991), 473-478
91-277	Preparation of a-Axis and c-Axis Oriented Y-Ba-Cu-O Superconducting Oxide Films by CVD	Yamane H., Hasei M., Hirai T., Watanabe K., Kobayashi N., Kurosawa H. and Muto Y.	Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by K. Kajimura and H. Hayakawa, (1991), 973-976
91-278	Quantification of Electron Microscope Images by HVEM-IP System	Shindo D., Hiraga K., Oku T. and Oikawa T.	Proc. Int. 4th Beijing Conf. Exhib. Instrumental Analysis, A, (1991), A43-A44
91-279	Anisotropic Behavior of the Critical Current and Flux Pinning in CVD YBaCuO	Watanabe K., Kobayashi N., Awaji S., Yamane H., Hirai T., Muto Y. and Yamashita T.	Rep. 3rd Ann. U.S.-Japan Workshop on Superconductors, ed. by D.T. Shaw, (1991), 41-44
91-280	Evaluation of $B_{c2}$ and $U_0$ by Resistive Transition Method for Y-Ba-Cu-O CVD Films	Matsuno S., Uchikawa F., Yoshizaki K., Kobayashi N., Watanabe K., Muto Y. and Tanaka M.	Rep. 3rd Ann. U.S.-Japan Workshop on Superconductors, ed. by D.T. Shaw, (1991), 89-93
91-281	Preparation and Superconducting Properties of Y-Ba-Cu-O Films on Oxide Polycrystalline Substrates by Chemical Vapour Deposition	Kurosawa H., Yamane H., Hirai T., Watanabe K., Awaji S., Kobayashi N. and Muto Y.	Supercond. Sci. Technol., 4 (1991), 192-198
91-282	Tunneling Conductance in Layered Oxide Superconductors	Tachiki M., Takahashi S., Steglich F. and Adrian H.	Z. Phys. B, 80 (1990), 161-166
91-283	高 $J_c$ -YBCO薄膜とピンニング機構	小林 典男 ・ 渡辺 和雄 山根 久典	表面科学 12 (1991), 553-560
91-284	イメージングプレートを用いた電子顕微鏡像の定量解析	進藤 大輔	日本金属学会会報 30 (1991), 809-816

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
<b>Magnetic Materials and Magnetism</b>			
91-285	High-Field Magnetization Process in Randomly Diluted Metamagnet $\text{Fe}_{1-x}\text{Mg}_x\text{TiO}_3$	Kato H., Nakagawa Y., Hosoya S., Kido G., Nakagawa M. and Fukuda T.	J. Appl. Phys., 69 (1991), 4819-4821
91-286	Magnetization and Spin Correlation in a Single Crystal of $\text{YFeMnO}_4$	Iida J., Tanaka M., Funahashi S. and Nakagawa Y.	J. Appl. Phys., 69 (1991), 5801-5803
91-287	Reentrant Spin-Glass Ordering in fcc $\text{Cu}_{0.74}\text{Fe}_{0.26}$ Alloys	Sumiyama K., Nishi K., Nakamura Y., Manns V., Scholz B., Privik M., Keune W., Stamm W., Dimpich G. and Wassermann E.F.	J. Magn. Magn. Mater., 96 (1991), 329-334
91-288	Mossbauer Study on Nonequilibrium Disordered Fe-Al Alloys Produced by DC Sputtering	Makhlouf S.A., Shiga M. and Sumiyama K.	J. Phys. Soc. Jpn., 60 (1991), 3537-3542
91-289	Magnetic and Electrical Properties of Nonequilibrium Fe-W Alloys Produced by Sputter Deposition	Sumiyama K., Hirata M. and Teshima W.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), 2839-2845
91-290	Magnetic Properties of Co-Y Amorphous Alloys Prepared by Milling	Fukamichi K., Goto T., Fukunaga T. and Suzuki K.	Mater. Sci. Eng., A133 (1991), 245-247
91-291	Microstructure of Fe-Cu-Nb-Si-B Soft Magnetic Alloys Studied by Transmission Electron Microscopy	Hiraga K. and Kohmoto O.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 868-871
91-292	Changes in Microstructure and Soft Magnetic Properties of an $\text{Fe}_{86}\text{Zr}_7\text{B}_6\text{Cu}_1$ Amorphous Alloy upon Crystallization	Suzuki K., Kikuchi M., Makino A., Inoue A. and Masumoto T.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 961-968
91-293	High-Field Magnetization Process and Spin Reorientation in $(\text{Nd}_{1-x}\text{Dy}_x)_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ Single Crystals	Lim D.W., Kato H., Yamada M., Kido G. and Nakagawa Y.	Phys. Rev. B, 44 (1991), 10014-10020
91-294	Effect of Ar-ion Bombardment on Soft Magnetic Properties of Fe and Fe-Hf Films Produced by Dual-type Ion Beam Sputtering	Kataoka N., Saito K. and Fujimori H.	Sci. Rep. RITU, A36 (1991), 36-47
91-295	炭化物分散型超微細粒軟磁性薄膜材料	長谷川直也 ・ 潟岡 教行 斎藤 正路 ・ 藤森 啓安	日本金属学会会報 30 (1991), 685-694
91-296	高飽和磁化、高耐熱性を有するFe/Fe-Hf-C多層膜の軟磁気特性	長谷川直也 ・ 斎藤 正路 潟岡 教行 ・ 藤森 啓安	日本応用磁気学会誌 15 (1991), 403-406



番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
<b>Nuclear Materials and Irradiation Effects</b>			
91-297	Charpy Impact Testing Using Miniature Specimens and Its Application to the Study of Irradiation Behavior of Low-Activation Ferritic Steels	Kayano H., Kurishita H., Kimura A., Narui M., Yamazaki M. and Suzuki Y.	J. Nucl. Mater., 179-181 (1991). 425-428
91-298	Small-Angle Scattering from Irradiated Glassy Carbon	Aizawa K., Yamaguchi S., Niimura N. and Hasegawa M.	Sci. Rep. RITU, A35 (1991), 189-195
<b>Composite Materials</b>			
91-299	Relation Between Mechanical Properties and Distribution of Fiber Length and Orientation Fiber on the Hot-Rolled SiC <sub>w</sub> /6061 FRM	Furukawa N., Saito S., Hanada S. and Yamada T.	Science and Engineering of Light Metals, ed. by K. Hirano, et al., Jpn. Inst. Light Met., (1991), 537-542
91-300	SiC Sintered Composite with Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> and Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Omori M., Sakuma A. and Hirai T.	Ceramics Today-Tomorrow's Ceramics, ed. by P. Vincenzini, ElsevierScience, (1991), 1327-1335
91-301	Microstructure and Strength of Si-Ti-C-O, Fibre-Reinforced Aluminium and Aluminium Alloys	Williams T.B., Shindo D., Aoyagi E., Hirabayashi M., Waku Y. and Suzuki M.	J. Mater. Sci., 26 (1991), 4697-4701
91-302	Fabrication and Evaluation of SiC/C Functionally Gradient Material	Sasaki M. and Hirai T.	J. Phys. IV, 1 (1991), [C2] 649-655
91-303	Crystallization Characteristics and Viscous Flow Behavior of WC/Amorphous Ni <sub>73</sub> Si <sub>10</sub> B <sub>17</sub> Metal Matrix Composites	Myung W.-N., Yang S.-J., Kim H.-G., Lee J.-B. and Masumoto T.	Mater. Sci. Eng., A133 (1991), 513-517
91-304	Fabrication and Properties of Functionally Gradient Materials	Sasaki M. and Hirai T.	日本セラミックス協会 学術論文誌 99 (1991), 1002-1013
91-305	Evaluation of Thermomechanical Properties of Functionally Gradient Material under High Temperature Difference	Kumakawa A., Maeda S., Sasaki M., Niino M., Sakamoto A., Sasaki M. and Hirai T.	Proc. ESA Symp.: Space Applications of Advanced Structural Materials, ESTEC, Noordwijk(NL), (ESA SP-303), (1990), 339-344
91-306	傾斜機能材料	新野 正之 ・ 熊川 彰長	電気学会雑誌 110

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	--スペースプレーンから人工骨まで--	佐々木 眞	(1990), 35-42
91-307	高機能ナノ・コンポジット微粒子	平井 敏雄 ・ 大森 守	エレクトロニク・セラミックス 22 (1991), [106] 11-18
91-308	複合・傾斜機能材料	平井 敏雄 ・ 佐々木 眞	21世紀へ羽ばたくセラミックス, 日本セラミックス協会, (1991), 449-450

#### Amorphous Materials and Quasicrystal

91-309	Morphological and Structural Evolutions of TaAl Alloy Powders during Solid State Amorphization Processes	El-Eskandarany M.S., Suzuki H., Aoki K. and Suzuki K.	粉体および粉末冶金 38 (1991), 934-939
91-310	Effect of Ball-to-Powder Weight Ratio on the Amorphization Reaction of $Al_{50}Ta_{50}$ by Ball Milling	El-Eskandarany M.S., Aoki K., Itoh H. and Suzuki K.	J. Less-Common Met., 169 (1991), 235-244
91-311	Sub- $T_g$ Mechanical Relaxation of a $La_{55}Al_{25}Ni_{20}$ Amorphous Alloy	Okumura H., Chen H.S., Inoue A. and Masumoto T.	J. Non-Cryst. Solids, 130 (1991), 304-310
91-312	Formation of Decagonal Quasicrystal in the Al-Pd-Mn System and Its Structure	Hiraga K., Sun W., Lincoln F.J., Kaneko M. and Matsuo Y.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), 2028-2034
91-313	Structural Relaxation of a $La_{55}Al_{25}Ni_{20}$ Amorphous Alloy Measured by an Internal Friction Method	Okumura H., Chen H.S., Inoue A. and Masumoto T.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), 2553-2557
91-314	Interface Stability, Growth and Morphology in Icosahedral Quasi Crystals	Tsai A.P., Chen H.S., Inoue A. and Masumoto T.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), L1132-L1135
91-315	Glass Transition and Viscous Flow Behavior of Amorphous Fe-M-P (M=Cr, V or Mo) Alloys	Myung W.-N., Yang S.-J., Kim H.-G. and Masumoto T.	Mater. Sci. Eng., A133 (1991), 418-422
91-316	Preparation of Ultra-Fine Amorphous Powders by the Chemical Reduction Method and the Properties of Their Sintered Products	Saida J., Inoue A. and Masumoto T.	Mater. Sci. Eng., A133 (1991), 771-774
91-317	X-Ray Diffraction and EXAFS Studies of Sputter-Deposited Ti-Pd Films	Yamada M., Tsunoda H., Tanaka K. and Sumiyama K.	Mater. Sci. Eng., A134 (1991), 975-978
91-318	EXAFS Study of the Solid State Amorphization Process in an Fe-C Alloy	Nasu T., Koch C.C., Nagaoka K., Itoh N., Sakurai M. and Suzuki K.	Mater. Sci. Eng., A134 (1991), 1385-1388

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
91-319	Reductilization of an Embrittled Amorphous $\text{La}_{55}\text{Al}_{25}\text{Ni}_{20}$ Alloy by Water Quenching from Supercooled Liquid	Inoue A., Zhang T., Matsubara E., Waseda Y. and Masumoto T.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 201-206
91-320	Glass Transition and Viscoelastic Behaviors of $\text{La}_{55}\text{Al}_{25}\text{Ni}_{20}$ and $\text{La}_{55}\text{Al}_{25}\text{Cu}_{20}$ Amorphous Alloys	Okumura H., Inoue A. and Masumoto T.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 593-598
91-321	Ultrahigh Mechanical Strengths of $\text{Al}_{88}\text{Y}_2\text{Ni}_{10-x}\text{M}_x$ (M=Mn, Fe or Co) Amorphous Alloys Containing Nanoscale fcc-Al Particles	Kim Y.-H., Inoue A. and Masumoto T.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 599-608
91-322	Increase of Mechanical Strength of a $\text{Mg}_{85}\text{Zn}_{12}\text{Ce}_3$ Amorphous Alloy by Dispersion of Ultrafine hcp-Mg Particles	Kim S.G., Inoue A. and Masumoto T.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 875-878
91-323	The Effect of Reaction Condition on Composition and Properties of Ultrafine Amorphous Powders in (Fe, Co, Ni)-B Systems Prepared by Chemical Reduction	Saida J., Inoue A. and Masumoto T.	Metall. Trans. A, 22 (1991), 2125-2132
91-324	Structural Modification of a-C:H Films Caused by 2 MeV $^4\text{He}$ Ion Irradiation	Takahiro K., Yamasaki T., Nishiyama F., Osaka Y., Nagata S. and Yamaguchi S.	Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B, 59/60 (1991), 1374-1377
91-325	Stable Decagonal Quasicrystals with a Periodicity of 1.6nm in Al-Pd-(Fe, Ru or Os) Alloys	Tsai A.P., Inoue A. and Masumoto T.	Philos. Mag. Lett., 64 (1991), 163-167
91-326	Structure of Quasicrystals Studied by HREM and Its Computer Simulation	Shindo D., Hiraga K. and Hirabayashi M.	Proc. China-Japan Seminars, Quasicrystals, ed. by K.H. Kuo and T. Ninomiya, (1991), 48-55
91-327	High-Resolution Electron Microscopy of Quasicrystals	Hiraga K.	Quasicrystals: The State of the Art, ed. by D.P. DiVincenzo and P. Steinhardt, World Sci. Pub., (1991), 95-110
91-328	Pressure Dependence of Hydrogen-Induced Amorphization in C15 Laves Compound $\text{ErFe}_2$	Aoki K., Li X.-G. and Masumoto T.	Sci. Rep. RITU, A36 (1991), 89-97
91-329	Quasicrystals As a Hume-Rothery Phase	Tsai A.P., Inoue A. and	Sci. Rep. RITU, A36

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	— An Empirical Approach —	Masumoto T.	(1991), 99-114
91-330	High-Resolution Electron Microscopy of Decagonal Quasicrystals	Hiraga K.	Sci. Rep. RITU, A36 (1991), 115-127
91-331	Calorimetric Characterization of the Amorphization Process for Rod Milled $Al_{50}Nb_{50}$ Alloy Powders	El-Eskandarany M.S., Aoki K. and Suzuki K.	Scr. Metall. Mater., 25 (1991), 1695-1700
91-332	Structural Study of a Decagonal $Al_{75}Fe_{15}Ni_{10}$ Alloy by Anomalous X-ray Scattering (AXS) Method	Matsubara E., Waseda Y., Tsai A.P., Inoue A. and Masumoto T.	Z. Naturforsch. A, 46 (1991), 605-608
91-333	アモルファス合金風船をつくる	張 濤 ・ 蔡 安邦 井上 明久 ・ 増本 健	バウンダリー 7 (1991), [9] 39-43
91-334	アモルファス合金粉末の緩和、結晶化ならびに固化成形	井上 明久 ・ 山本 毅 増本 健	粉体および粉末冶金 38 (1991), 897-902
91-335	Co系扁平状非晶質合金粉末の作製とその諸特性	小口 昌弘 ・ 原川 義夫 清水 洋一 ・ 井上 明久 増本 健	粉体および粉末冶金 38 (1991), 930-933
91-336	広い過冷却液体温度域を持つ高強度Mg-Cu-Y非晶質合金粉末の固化成形	河村 能人 ・ 井上 明久 増本 健	粉体および粉末冶金 38 (1991), 948-952
91-337	アモルファス合金の結晶化によるナノ組織制御	井上 明久 ・ 増本 健	金属 61 (1991), [10] 62-68
91-338	非晶質アルミニウム合金	井上 明久 ・ 増本 健	熱処理 31 (1991), 154-161
91-339	金属材料におけるアモルファス化の効果	増本 健	日本金属学会会報 30 (1991), 375-382
91-340	$Fe_{78}(B_{1-x}P_x)_{15}Si_7$ 非晶質合金の水素吸収による脆化と構造変化	山崎 徹 ・ 永澤 克司 荻野 喜清 ・ 川嶋 朝日 橋本 功二	日本金属学会誌 55 (1991), 646-653
91-341	二段液体急冷法によるFe基およびCo基フレーク状アモルファス粉末の作製	才田 淳治 ・ 井上 明久 増本 健	日新製鋼技報 64 (1991), 34-47

#### Thin Film, Fine Particles and Mesoscopic State

91-342	New Technique for Evaluation of Surfaces and Interfaces at Atmospheric Pressure by Using Refracted X-ray Fluorescence (RXF)	Sasaki Y.C. and Hirokawa K.	Appl. Surf. Sci., 47 (1991), 371-374
91-343	Thermoelectric Power of CVD- $SiC+B_xC+C$	Kishi M., Sasaki M. and	Ceramics

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	Composites	Hirai T.	Today-Tomorrow's Ceramics, ed. by P. Vincenzini, Elsevier Science, (1991), 2099-2107
91-344	Microstructure of TiO <sub>2</sub> -Film by CVD	Young B.-C., Oomori M. and Hirai T.	High Performance Ceramic Films and Coatings, ed. by P. Vincenzini, Elsevier Science, (1991), 381-389
91-345	Thin Films of Rare-Earth (Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm) Oxides Formed by the Spray-ICP Technique	Suzuki M., Kagawa M., Syono Y. and Hirai T.	J. Cryst. Growth, 112 (1991), 621-627
91-346	Preparation of AlN-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Composite Films by Microwave Plasma Chemical Vapor Deposition	Someno Y., Sasaki M. and Hirai T.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), 1792-1797
91-347	Preparation of Bi <sub>4</sub> Ti <sub>3</sub> O <sub>12</sub> Films by ECR Plasma Sputtering	Masumoto H., Goto T., Masuda Y., Baba A. and Hirai T.	Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 223 (1991), 283-288
91-348	Oxidation of AlN-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Composite Film Prepared by Microwave Plasma CVD	Someno Y., Sasaki M. and Hirai T.	Mater. Res. Soc. Symp. Proc., 223 (1991), 301-306
91-349	Synthesis of YBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7-x</sub> Thin Films by the Spray-ICP Technique	Suzuki M., Kagawa M., Syono Y. and Hirai T.	Proc. 3rd Int. Symp. Superconductivity (ISS'90), ed. by K. Kajimura and H. Hayakawa, (1991), 957-960
91-350	Low Temperature Growth of AlN Films by Microwave Plasma Chemical Vapour Deposition Using an AlBr <sub>3</sub> -H <sub>2</sub> -N <sub>2</sub> Gas System	Someno Y., Sasaki M. and Hirai T.	Thin Solid Films, 202 (1991), 333-344
91-351	Ejection, Excitation and Decomposition of Large Clusters from the Surface of Group II, III and IV Elements by Excimer Laser Excitation	Kasuya A. and Nishina Y.	Z. Phys. D, 20 (1991), 137-140
91-352	MOMBE	岡野 泰則	CVDハンドブック (1991), 450-461
91-353	MOCVD法による c 軸配向PbTiO <sub>3</sub> 薄膜の作製	陳 先同 ・ 山根 久典	日本化学会誌 (1991),

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
91-354	CVD法によるチタン酸バリウム薄膜の合成	嘉屋 樹佳 ・ 平井 敏雄	[10] 1367-1372
		中沢 秀伸 ・ 山根 久典 平井 敏雄	日本セラミックス協会 学術論文誌 99 (1991), 527-529

#### Phase Diagram and Transformation

91-355	Scaling Theory for Radial Distributions of Star Polymers in Dilute Solution in the Bulk and at a Surface, and Scaling of Polymer Networks Near the Adsorption Transition	Ohno K. and Binder K.	J. Chem. Phys., 95 (1991), 5444-5458
91-356	Scaling Theory for Radial Distributions of Star Polymers in Dilute Solution in the Bulk and at a Surface. II. $\epsilon$ Expansion for Monomer Densities	Ohno K. and Binder K.	J. Chem. Phys., 95 (1991), 5459-5473
91-357	Formation of an Intermediate Phase in Eutectic Au-Ge and Ag-Ge Systems under High Pressure	Fujinaga Y., Kusaba K., Syono Y., Iwasaki H. and Kikegawa T.	J. Less-Common Met., 170 (1991), 277-286
91-358	Comment on "Surface Critical Phenomena in Nonlinear Sigma Model"	Ohno K. and Okabe Y.	J. Phys. Soc. Jpn., 60 (1991), 2102
91-359	Monte Carlo Simulation of Many-Arm Star Polymers in Two-Dimensional Good Solvents in the Bulk and at a Surface	Ohno K. and Binder K.	J. Stat. Phys., 64 (1991), 781-806
91-360	Ag-Cu系の高圧力下の状態図	藤永 保夫 ・ 佐藤 多作	日本金属学会誌 55 (1991), 267-271

#### Thermodynamical Properties and Diffusion

91-361	Diffusion in Titanium	Nakajima H. and Koiwa M.	ISIJ Int., 31 (1991), 757-766
91-362	Hydrogen Absorption-Desorption Properties of UCo	Yamamoto T., Kayano H., Sinaga S., Ono F., Tanaka S. and Yamawaki M.	J. Less-Common Met., 172-174 (1991), 71-78
91-363	Low-Energy Excitation in Copper Ion Conductors	Sakuma T., Shibata K. and Hoshino S.	KENS Rep., 8 (1991), 165
91-364	Self- and Impurity Diffusion in L1 <sub>2</sub> Type Intermetallic Compounds Ni <sub>3</sub> Ge and Co <sub>3</sub> Ti	Nakajima H., Yasuda H. and Koiwa M.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 57-61



番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
91-365	チタンにおける拡散	中嶋 英雄 ・ 小岩 昌宏	日本金属学会会報 30 (1991), 526-535

#### Crystal Growth and Crystal Imperfection

91-366	The Effect of Magnetic Field on Crystallization of $\gamma$ -Phase Alloy in the Cu-Zn System	Aoki Y., Hayashi S. and Komatsu H.	J. Cryst. Growth, 108 (1991), 121-128
91-367	Growth of CuCl Single Crystals by the Top Seeded Solution Growth Method	Inoue T., Kuriyama M. and Komatsu H.	J. Cryst. Growth, 112 (1991), 531-538
91-368	Thermal Stress Analysis of Bulk Single Crystal during Czochralski Growth (Comparison between Anisotropic Analysis and Isotropic Analysis)	Miyazaki N., Uchida H., Hagiwara S., Munakata T. and Fukuda T.	J. Cryst. Growth, 113 (1991), 227-241
91-369	Dense Radial Growth of Silver Metal Leaves in a High Magnetic Field	Mogi I., Okubo S. and Nakagawa Y.	J. Phys. Soc. Jpn., 60 (1991), 3200-3202
91-370	Growth of Ionic Crystals from Concentrated Aqueous Solutions - Hypothesis of Cation Dehydration and Insertion to Growing Interfaces	Shigematsu K. and Komatsu H.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), 1779-1786
91-371	Bulk Single Crystal Growth of $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$ by the Czochralski Method	Okano Y., Wada H., Fukuda T. and Miyazawa S.	Jpn. J. Appl. Phys., 30 (1991), L1307-L1309

#### Melting and Solidification

91-372	高純度Fe-C-Si合金のレビテーショ ン溶解	坂上 六郎 ・ 金 永稷 真壁 完一 ・ 佐藤 敬	鋳物 63 (1991), 750-756
--------	-------------------------	------------------------------	--------------------------

#### Amorphous and Liquid State

91-373	Low-Energy Excitations in Amorphous Polymers	Inoue K., Kanaya T., Ikeda S., Kaji K., Shibata K., Misawa M. and Kiyonagi Y.	J. Chem. Phys., 95 (1991), 5332-5340
91-374	Structural Evolution in the Mechanically Driven Solid State Amorphizing Transformation of Metallic Alloys	Suzuki K.	J. Phys. :Condens. Matter, 3 (1991), F39-F51
91-375	Structure of a Molten $0.80\text{RbNO}_3$ - $0.20\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ Mixture	Kamiyama T., Shibata K., Fukunaga T., Suzuki K. and Misawa M.	KENS Rep., 8 (1991), 81-82
91-376	Measurement on Dynamic Structure of Cu-Zr Amorphous Alloy by INC	Nakane T., Arai M., Shibata K., Suzuki K.,	KENS Rep., 8 (1991), 158

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
91-377	Dynamic Properties of Molten 0.80RbNO <sub>3</sub> -0.20Sr(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Mixture near the Glass Transition	Ohoyama K. and Kohgi M.  Shibata K., Kamiyama T. and Suzuki K.	KENS Rep., 8 (1991), 159-161

#### Crystal Structure

91-378	Interlayer Spacing of $\kappa$ -(BEDT-TTF) <sub>2</sub> Cu(NCS) <sub>2</sub>	Watanabe Y., Sasaki T., Sato H. and Toyota N.	J. Phys. Soc. Jpn., 60 (1991), 2118-2121
--------	---------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------	---------------------------------------------

#### Electrical Properties

91-379	Hall Effects of Rutile Crystals Grown by the Floating Zone Method	Tsunekawa S., Machida H., Suezawa M. and Fukuda T.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 879-881
91-380	Spin-Splitting Shubnikov-de Haas Oscillations in Organic Conductor (BEDT-TTF) <sub>2</sub> KHg(SCN) <sub>4</sub>	Sasaki T., Sato H. and Toyota N.	Synth. Met., 41-43 (1991), 2211-2214
91-381	Retarded Formulation at Finite Temperature	Matsumoto H.	Thermal Field Theories, ed. by H. Ezawa, et al., Elsevier Science, (1991), 53-67

#### Magnetic Resonance and Mössbauer Effects

91-382	Phase Transition below T <sub>c</sub> in La <sub>2-x</sub> Sr <sub>x</sub> CuO <sub>4</sub> (x=0.12) Observed by <sup>135</sup> La-NQR	Goto T., Nomoto T., Hanaguri T., Shinohara T., Sato T. and Fukase T.	J. Phys. Soc. Jpn., 60 (1991), 3581-3582
91-383	メスバウアー効果	山本 尚夫 ・ 小野寺秀也	金属物性基礎講座 18: 特殊実験技術 (1991), 211-297

#### Surface, Interface and Tunneling

91-384	Dendritic Aggregation of Gold Particles on Graphite Surface	Nishitani R., Kasuya A., Kubota S. and Nishina Y.	J. Vac. Sci. Technol., B9 (1991), 806-809
91-385	Conversion of Sputtering Time into Depth in Depth Profiles of Oxidized Cu-Ni Alloys obtained by Glow Discharge Spectroscopy	Tsuji K. and Hirokawa K.	Surf. Interface Anal., 17 (1991), 819-822
91-386	STM Observation of Au Fine-Particles on Graphite	Nishitani R., Kasuya A., Kubota S. and Nishina Y.	Z. Phys. D, 19 (1991), 333-335
91-387	高温超伝導酸化物Bi <sub>2</sub> Sr <sub>2</sub> Ca <sub>n-1</sub> Cu <sub>n</sub> O <sub>y</sub> (n=1, 2)	奥 正興 ・ 穴戸 統悦	分析化学 40

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	間に存在する不純物の X 線光電子分光測定	福田 承生 ・ 広川吉之助	(1991), 735-740
91-388	メソスコピック粒子吸着のSTM観察	西谷 龍介 ・ 粕谷 厚生 堀口 順弘 ・ 仁科雄一郎	化学工業 42 (1991), 925-930, 937

#### Electrochemical Properties, Corrosion and Catalysis

91-389	Amorphous Nickel-Base Alloy Catalysts for Oxidation of Carbon Monoxide by Oxygen and Nitrogen Monoxide	Teruuchi K., Habazaki H., Kawashima A., Asami K. and Hashimoto K.	Appl. Catal., 76 (1991), 79-93
91-390	The Corrosion Behavior of Sputter-Deposited Amorphous Copper-Niobium Alloys in 12 N HCl	Hirota E., Yoshioka H., Habazaki H., Kawashima A., Asami K. and Hashimoto K.	Corros. Sci., 32 (1991), 1213-1225
91-391	The Effects of Structural Relaxation and Crystallization on the Corrosion Behavior of Electrodeposited Amorphous Ni-P Alloys	Habazaki H., Lu Y.-P., Kawashima A., Asami K. and Hashimoto K.	Corros. Sci., 32 (1991), 1227-1235

#### Mechanical Properties

91-392	Ductilization of Ni <sub>3</sub> Al by Macroalloying with Pd	Chiba A., Hanada S. and Watanabe S.	Acta Metall. Mater., 39 (1991), 1799-1805
91-393	Hydrogen Embrittlement of L1 <sub>2</sub> -Type Ni <sub>3</sub> (Al,Ti) Single Crystals	Takasugi T.	Acta Metall. Mater., 39 (1991), 2157-2167
91-394	Anomalous Temperature Dependence of the Yield Strength in IVa-VIII Intermetallic Compounds with B2 Structure	Takasugi T., Izumi O. and Yoshida M.	J. Mater. Sci., 26 (1991), 2941-2948
91-395	Mechanical Properties of the Ni <sub>3</sub> (Si,Ti) Alloys Doped with Carbon and Beryllium	Takasugi T. and Yoshida M.	J. Mater. Sci., 26 (1991), 3032-3040
91-396	Mechanical Properties of the Ni <sub>3</sub> (Si,Ti) Polycrystals Alloyed with Substitutional Additions	Takasugi T. and Yoshida M.	J. Mater. Sci., 26 (1991), 3517-3525
91-397	Design of L1 <sub>2</sub> -Type Ni <sub>3</sub> Si Intermetallics	Takasugi T. and Izumi O.	Mater. Res. Soc. Symp Proc., 186 (1991), 363-368
91-398	Deformation Microstructures in B2-Type CoTi Single Crystals	Yoshida M. and Takasugi T.	Mater. Res. Soc. Symp Proc., 213 (1991), 273-278
91-399	Effects of Alloying Additions on	Takasugi T.	Mater. Res. Soc. Symp

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
	Intergranular Fracture of Ordered Intermetallics		Proc., 213 (1991), 403-416
91-400	Effects of Oxygen and Substitutional Impurities on the Mechanical Properties of High Purity Iron	Onodera R., Takaki S., Abiko K. and Kimura H.	Mater. Sci. Eng., A141 (1991), 261-267
91-401	Effects of Deformation Twinning on the Deformation Behavior of Textured Titanium Sheets in Plane Strain Compressive Tests	Murayama Y., Obara K. and Ikeda K.	Mater. Trans. JIM, 32 (1991), 854-861
91-402	Effect of Morphology of Carbide and Nitride Precipitates on the Ductility in Fe-30%Cr Alloys	Fukuda T., Suenaga H. and Tanino M.	Proc. Int. Conf. Stainless Steels, 1991, Chiba, ISIJ, (1991), 533-540
91-403	Elastic Properties of L1 <sub>2</sub> -type Intermetallic Compounds	Yasuda H., Takasugi T. and Koiwa M.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 33-37
91-404	Dislocation Structures in L1 <sub>2</sub> -Type Ni <sub>3</sub> (Si,Ti) Single Crystals Deformed at High Temperatures	Yoshida M. and Takasugi T.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 403-407
91-405	High Temperature Deformation Behavior of B-Doped Ni <sub>3</sub> Al Polycrystals	Oikawa M., Hanada S. and Sakai T.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 415-420
91-406	Creep Behavior of L1 <sub>2</sub> -Type Ni <sub>3</sub> (Si,Ti,X)	Hasegawa S., Wada S., Takasugi T. and Izumi O.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 427-431
91-407	Effect of Pd Addition on the Mechanical Properties of Ni <sub>3</sub> Al	Chiba A., Hanada S. and Watanabe S.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 445-455
91-408	Strength Anomaly in IVa-VIII B2-Type Intermetallics	Takasugi T., Yoshida M. and Hanada S.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6),

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
			ed. by O. Izumi, (1991), 615-620
91-409	Lattice Cleavage of Intermetallic Compounds with the $L1_0$ and $L1_2$ Type Structures	Kawabata T. and Takasugi T.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 679-683
91-410	Hydrogen Embrittlement in Single Crystals with $L1_2$ Structure	Takasugi T.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 713-718
91-411	Mechanism of Hydrogen Induced Intergranular Cracking in $\text{Co}_3\text{Ti}$	Kinura A., Izumi H., Igarashi J., Misawa T. and Takasugi T.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 737-741
91-412	Structure and Mechanical Properties of $\text{Nb}_3\text{Al}$ Produced from Alloy Powder	Murayama Y., Hanada S., Obara K., Hiraga K. and Ishida S.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 1033-1037
91-413	Fabrication of $\text{Nb}_3\text{Al}$ -Nb Alloys by the Infiltration Method and High Temperature Deformation Behavior	Kumagai T., Hanada S. and Saito S.	Proc. Int. Symp. Intermetallic Compounds (JIMIS-6), ed. by O. Izumi, (1991), 1039-1044
91-414	Electronic Effect on Grain Boundary Properties of Ordered Intermetallics	Takasugi T. and Izumi O.	Scr. Metall. Mater., 25 (1991), 1243-1248
91-415	Deformation Microstructure in Superplastic Intermetallics	Hanada S.	Superplasticity in Advanced Materials, ed. by S. Hori, et al., Jpn. Soc. Res. Superplasticity, (1991), 289-297
91-416	Superplasticity in $L1_2$ Type $\text{Ni}_3(\text{Si}, \text{Ti})$ Intermetallics	Takasugi T., Rikukawa S. and Hanada S.	Superplasticity in Advanced Materials, ed. by S. Hori, et al., Jpn. Soc. Res. Superplasticity, (1991), 329-335

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
91-417	Hooke-Reuss弾・塑性体内に生ずる圧縮の平面縦衝撃波 -- 固体内衝撃波のモデリングに関する研究 I--	佐藤 裕久 ・ 高山 和喜 庄野 安彦	塑性と加工 32 (1991), 597-602

# Analytical Chemistry and Spectroscopy

91-418	Development of a Coherent Forward Scattering Resonance Monochromator for the Rejection of Continuum Background and Neighboring Lines in Emission Spectra	Matsuta H. and Hirokawa K.	Anal. Chem., 63 (1991), 1747-1754
91-419	Metallographical Consideration on the Mechanism of Matrix Modifier in Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry	Terui Y., Yasuda K. and Hirokawa K.	Anal. Sci., 7 (1991), 397-402
91-420	Effect of a Matrix Modifier on the Temperature Change during Atomization Process in Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy	Terui Y., Yasuda K. and Hirokawa K.	Anal. Sci., 7 (1991), 593-597
91-421	Measurement of Effective Vapor Temperature in Graphite Furnace of Atomic Absorption Spectrometry	Terui Y., Yasuda K. and Hirokawa K.	Anal. Sci., 7 (1991), 599-604
91-422	Zn Drops at a Si Surface Measured by the Refracted X-ray Fluorescence Method	Sasaki Y.C., Kisimoto M., Nagata S., Yamaguchi S. and Hirokawa K.	J. Appl. Phys., 69 (1991), 8420-8422
91-423	Comparative Studies between the Thermal Decomposition Reactions of Lanthanide(III) Oxalates and Malonates. Part I. The Reaction Processes of $\text{Eu}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Eu}_2\text{mal}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Nagase K., Yokobayashi H., Muraishi K. and Kikuchi M.	Thermochim. Acta, 177 (1991), 273-284
91-424	Studies on Chemical Sputtering of Silicon and Carbon in Ar- $\text{H}_2$ Glow Discharge Plasma by Optical Emission Spectroscopy	Tsuiji K. and Hirokawa K.	Thin Solid Films, 205 (1991), 6-12
91-425	水酸化ベリリウム共沈/アルシン分離/モリブドヒ酸青吸光光度法による高純度鉄中微量ヒ素の定量	細谷 稔 ・ 石黒三岐雄	分析化学 40 (1991), 263-269
91-426	X線光電子分光並びに薄膜X線回折による窒化チタンコーティング鋼の界面近傍分析	山田 真爾 ・ 奥 正興 広川吉之助	分析化学 40 (1991), 727-733
91-427	グロー放電成膜現象の発光スペクトルによる評価	辻 幸一 ・ 広川吉之助	日本化学会誌 (1991), [10] 1379-1385



番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
91-428	複陰極型グロー放電管の開発とその鉄鋼分析への応用	広川吉之助 ・ 我妻 和明	鉄と鋼 77 (1991), 1823-1829
91-429	黒鉛炉原子吸光法による鉄鋼中微量元素の定量	小林 剛 ・ 井出 邦和 大河内春乃 ・ 安彦 兼次 木村 宏	鉄と鋼 77 (1991), 1916-1921

#### Electron-, Ion- and Optical Microscopy

91-430	Stopping Cross Sections of Various Carbon Materials for $^4\text{He}$ Ions	Takahiro K., Nishiyama F., Yamasaki T. and Osaka Y.	Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. B, 59/60 (1991), 9-12
91-431	光学顕微鏡の基礎と応用 (1)	小松 啓	応用物理 60 (1991), 816-820
91-432	光学顕微鏡の基礎と応用 (2)	小松 啓	応用物理 60 (1991), 924-928
91-433	光学顕微鏡の基礎と応用 (3)	小松 啓	応用物理 60 (1991), 1030-1034
91-434	光学顕微鏡の基礎と応用 (4)	小松 啓	応用物理 60 (1991), 1136-1140
91-435	光学顕微鏡の基礎と応用 (5)	小松 啓	応用物理 60 (1991), 1251-1254

#### Diffraction and Scattering of X-ray, Electron, Neutron and Ion

91-436	High Resolution Neutron Spectrometer LAM-80ET and Rotational Tunnelling in 4-Methylpyridine N-Oxide	Ikeda S., Watanabe N., Inoue K., Kiyanagi Y., Inaba A., Takeda S., Kanaya T., Shibata K., Kamiyama T., Izumi Y., Ozaki Y. and Carlile C. J.	J. Phys. Soc. Jpn., 60 (1991), 3340-3350
91-437	A Preliminary Report on Neutron Inelastic Scattering of KDP Under a Uniaxial Stress	Yagi T., Kinoshita S., Ikeda S. and Shibata K.	KENS Rep., 8 (1991), 162-163
91-438	Preliminary Study on Inelastic Scattering by HRP	Kamiyama T., Osawa M., Ishigaki T., Asano H. and Shibata K.	KENS Rep., 8 (1991), 169-170
91-439	Improvement of LAM-80ET	Inoue K., Kanaya T., Ikeda S., Kiyanagi Y., Shibata K., Kamiyama T., Iwasa H. and Izumi Y.	KENS Rep., 8 (1991), 215

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
91-440	Brightness Enhanced Intense Slow Positron Beam Produced Using an Electron Linac	Ito Y., Hirose M., Takamura S., Sueoka O., Kanazawa I., Mashiko K., Ichimiya A., Murata Y., Okada S., Hasegawa M. and Hyodo T.	Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A, 305 (1991), 269-274
91-441	A High-Resolution Neutron Spectrometer Using Mica Analyzers and the Pulsed Cold Source	Inoue K., Kanaya T., Kiyonagi Y., Ikeda S., Shibata K., Iwasa H., Kamiyama T., Watanabe N. and Izumi Y.	Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sect. A, 309 (1991), 294-302
91-442	Total Performance of LAM-80ET	Inoue K., Kanaya T., Kiyonagi Y., Ikeda S., Shibata K., Iwasa H., Kamiyama T. and Izumi Y.	Proc. 11th Meet. Int. Collab. Advanced Neutron Sources (ICANS-XI), KEK, Tsukuba, (1991), 684-701
91-443	Crystal Analyzer Type Spectrometer LAM-D at KENS Spallation Thermal Neutron Source	Inoue K., Kanaya T., Kiyonagi Y., Shibata K., Kaji K., Ikeda S., Iwasa H. and Izumi Y.	Proc. 11th Meet. Int. Collab. Advanced Neutron Sources (ICANS-XI), KEK, Tsukuba, (1991), 1082-1094
91-444	低温 4 軸 X 線回折装置	渡辺 洋右 ・ 豊田 直樹	日本結晶学会誌 33 (1991), 290-294

#### High Magnetic Field and High Pressure

91-445	Shock-Induced Phase Transition in $\text{SnO}_2$ , $\text{PbO}_2$ and $\text{FeTaO}_4$	Kusaba K., Fukuoka K. and Syono Y.	J. Phys. Chem. Solids, 52 (1991), 845-851
--------	----------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------------

#### New Method of Material Development and Techniques

91-446	Difficulties Encountered during the Czochralski Growth of $\text{TiO}_2$ Single Crystals	Machida H. and Fukuda T.	J. Cryst. Growth, 112 (1991), 835-837
91-447	Measurement of Recrystallization Texture in H.C.P. Structures by the Selected Area Channeling Pattern Method	Yoshimi K., Ishiyama S., Hanada S. and Murayama Y.	Phys. Status Solidi A, 124 (1991), 81-94
91-448	Vickers Microhardness Testing with Miniaturized Disk Specimens	Kurishita H. and Kayano H.	Sci. Rep. RITU, A35 (1991), 246-255

番号	題 目	発 表 者	掲 載 誌 等
Computer Graphics and Other Applications			
91-449	Performance Evaluation of the Clustered Multiprocessor System	Takaki Y., Horiguchi S., Kawazoe Y. and Shigei Y.	Syst. Comput. Jpn., 21 (1990), [10] 35-46



## 第二新棟完成予想図（左は現在の新棟）

念願の第二新棟は平成4年度着工、完成は平成5年度末の予定。

新素材開発施設の他、数研究室を残し3号館の研究室が移転。  
両棟をつなぐ建物は、2階が図書室、1階が講堂と会議室。

発 行 日 1992年2月28日

編集・発行 東北大学金属材料研究所  
〒980 仙台市青葉区片平2-1-1

phone : 022-215-2181

telefax : 022-215-2182

INSTITUTE FOR MATERIALS RESEARCH  
TOHOKU UNIVERSITY

Katahira 2-1-1, Aoba-Ku, Sendai 980, Japan